



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PRO PĚŠÍ V BLANSKU

FOOTBRIDGE IN BLANSKO

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Urbánek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jan Urbánek
Název	Lávka pro pěší v Blansku
Vedoucí práce	Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2016
Datum odevzdání	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

[1] ČSN EN 1990- Zásady navrhování konstrukcí

[2] ČSN EN 1991- Zatížení konstrukcí

[3] ČSN EN 1993- Navrhování ocelových konstrukcí

[4] ČSN EN 1995- Navrhování dřevěných konstrukcí

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce lávky pro pěší přes řeku Svitavu v obci Blansko. Minimální rozpětí lávky, dané vzdáleností podpor je stanoveno na 22 m. S vjezdem servisního vozidla nebude uvažováno. Dispoziční řešení navrhnete v souladu s architektonickými a technickými požadavky souvisejícími s účelem stavby ve dvou variantách. Varianty posuďte předběžně dle vhodně zvolených kritérií a vybranou variantu detailně zpracujte. Pro nosnou konstrukci užíjte primárně ocel pevnosti S355 nebo S420. Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů. Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Barnat, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Obsahem diplomové práce je návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce lávky pro pěší a cyklisty. Ocelová lávka přemostí uje řeku Svitavu v obci Blansko a má rozpětí 24 metrů. Konstrukčně je lávka řešena jako prostorová prutová konstrukce se dvěma hlavními příhradovými nosníky. Horní a dolní pásy jsou zakřiveny ve tvaru kružnicového oblouku a propojeny diagonálními pruty. Nosníky jsou v úrovni horního a dolního pásu propojeny příčníky. Vodorovná tuhost horní a dolní plochy konstrukce je zajištěna ztužidly. Na dolní příčníky je uložena mostovka. Toto řešení je výsledkem porovnání a zhodnocení dvou variant.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ocelová lávka, příhradová konstrukce, hlavní nosníky, horní pás, dolní pás, příčník, diagonála, ztužidlo, dolní mostovka

ABSTRACT

The subject of the thesis is design and check of steel load-bearing structure of a footbridge. The footbridge spans the river Svitava in the town Blansko. The span length is 24 metres. The structural design is spatial bar structure with two main trusses. The upper and lower chords are curved in the shape of circular arch and they are connected by diagonal bars. In the level of the upper and lower chords the beams are connected by floor beam. Horizontal rigidity of the upper and lower construction area is secured by bracings. The bridge deck is laid on the lower floor beam. The solution is the result of the comparison and evaluation of two variants.

KEYWORDS

Steel footbridge, truss structure, beams, upper chord, lower chord, floor beam, diagonal, bracing, lower bridge deck

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

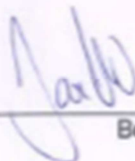
Bc. Jan Urbánek *Lávka pro pěší v Blansku*. Brno, 2017. 150 s., 11 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2017



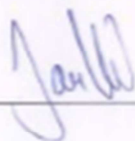
Bc. Jan Urbánek
autor práce

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně.

V Brně dne 12. 1. 2017



Bc. Jan Urbánek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Janu Barnatovi, Ph.D. za trpělivost a cenné rady při konzultacích této práce. Dále děkuji svým rodičům a mé přítelkyni za jejich podporu.

V Brně dne 12. 1. 2017



Bc. Jan Urbánek
autor práce

Obsah:

1. Varianta A	7
1.1. Technické řešení	7
1.1.1 Hlavní příhradové nosníky	7
1.1.2 Dolní příčníky	7
1.1.3 Horní příčníky	7
1.1.4 Ztužení	7
1.1.5 Mostovka	8
1.1.6 Uložení ocelové lávky	8
1.1.7 Směrové a výškové řešení	8
1.1.8 Průchozí prostor	8
1.1.9 Odvodnění mostovky	8
1.1.10 Ocelové zábradlí	8
1.1.11 Materiály lávky pro pěší	8
1.2. Zatížení	9
1.2.1 Stálá zatížení	9
1.2.1.1 Vlastní tíha	9
1.2.1.2 Ostatní stálá	9
1.2.2 Proměnná zatížení	9
1.2.2.1 Chodci	9
1.2.2.2 Soustředné zatížení	10
1.2.2.3 Klimatické zatížení větrem	10
1.2.2.3.1 Výpočet účinků větru působících na mostovku	10
1.2.2.3.2 Výpočet účinků větru na horní pás a na diagonály	12
1.3. Výpočtový model	14
1.3.1 Popis výpočtového modelu	14
1.3.2 Přehled jednotlivých prutů výpočtového modelu	14
1.3.2.1 Horní pásy, dolní pásy, diagonály	15
1.3.2.2 Dolní příčníky, dolní ztužení	15
1.3.2.3 Horní příčníky, horní ztužení	16
1.3.3 Přehled jednotlivých uzlů výpočtového modelu	17
1.4. Zatížení	18
1.4.1 Zatěžovací plochy	18
1.4.2 Přehled umístění zatížení na dolní příčníky	19
1.4.3 Zatěžovací stavy	21
1.4.3.1 ZS1 Vlastní tíha	21
1.4.3.2 ZS2 Ostatní stálá	21
1.4.3.3 ZS3 Chodci (-z), zábradlí (-z) – plný	22
1.4.3.4 ZS4 Chodci (-z), zábradlí (+y) – plný	23
1.4.3.5 ZS5 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr ulice Poříčí)	23
1.4.3.6 ZS6 Chodci (-z), zábradlí (+y) – polovina (směr ulice Poříčí)	24
1.4.3.7 ZS7 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr Aquapark)	25
1.4.3.8 ZS8 Chodci (-z), zábradlí (+y) – polovina (směr Aquapark)	25
1.4.3.9 ZS9 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (protivodní strana)	26
1.4.3.10 ZS10 Chodci (-z), zábradlí (+y) – podélná polovina (protivodní strana)	27
1.4.3.11 ZS11 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (povodní strana)	27
1.4.3.12 ZS12 Chodci (-z), zábradlí (-y) – podélná polovina (povodní strana)	28
1.4.3.13 ZS13 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení I.	29
1.4.3.14 ZS14 Chodci (-z), zábradlí (-y, +y) – kroucení I.	29
1.4.3.15 ZS15 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení II.	30
1.4.3.16 ZS16 Chodci (-z), zábradlí (-y, +y) – kroucení II.	31

1.4.3.17 ZS17 Vítr (-z, +y).....	32
1.4.3.18 ZS18 Vítr (+z, +y).....	33
1.4.3.19 ZS19 Vítr (-z, +x).....	33
1.4.3.20 ZS20 Vítr (+z, +x).....	34
1.5. Kombinace.....	35
1.5.1 Přehled kombinací.....	35
1.5.2 Klíč kombinace.....	36
1.6. Výsledky vnitřních sil	36
1.6.1 Dolní pásy	36
1.6.2 Horní pásy.....	37
1.6.3 Diagonály.....	37
1.6.4 Dolní příčnice.....	37
1.6.5 Horní příčnice	38
1.6.6 Ztužení	38
1.7. Posouzení MSÚ.....	39
1.7.1 Dolní pásy	39
1.7.1.1 Posouzení na tah	40
1.7.2 Horní pásy.....	40
1.7.2.1 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)	41
1.7.2.2 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu).....	42
1.7.2.3 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální vzpěrnou délku)	43
1.7.2.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální vzpěrnou délku)	44
1.7.2.5 Posouzení na ohyb a osový tlak.....	45
1.7.3 Diagonály.....	47
1.7.3.1 Posouzení na tah	48
1.7.3.2 Posouzení na rovinný vzpěr (pro maximální tlakovou sílu).....	48
1.7.3.3 Posouzení na rovinný vzpěr (pro maximální vzpěrnou délku)	49
1.7.4 Dolní příčnice.....	50
1.7.4.1 Posouzení na ohyb	51
1.7.4.2 Posouzení na smyk	51
1.7.4.3 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)	52
1.7.4.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu).....	53
1.7.4.5 Posouzení na ohyb a osový tlak.....	54
1.7.5 Horní příčnice	56
1.7.5.1 Posouzení na tah	57
1.7.6 Ztužení	57
1.7.6.1 Posouzení na tah	58
1.7.6.2 Posouzení na rovinný vzpěr.....	59
1.8. Posouzení MSP	60
1.8.1 Svislý průhyb mostovky	60
1.8.2 Vodorovná deformace mostovky	60
1.9. Dynamická odezva konstrukce	61
1.9.1 Kombinace hmot	61
1.9.2 Výsledky vlastních frekvencí.....	61
1.9.3 Zhodnocení výsledků vlastních frekvencí.....	63
2. Varianta B	64
2.1 Technické řešení.....	64
2.1.1 Hlavní obloukové nosníky.....	64
2.1.2 Dolní příčnice.....	64
2.1.3 Horní příčnice	64
2.1.4 Ztužení	64
2.1.5 Mostovka.....	65

2.1.6 Uložení ocelové lávky	65
2.1.7 Směrové a výškové řešení	65
2.1.8 Průchozí prostor	65
2.1.9 Odvodnění mostovky	65
2.1.10 Ocelové zábradlí	65
2.1.11 Materiály lávky pro pěší	65
2.2. Zatížení	66
2.2.1 Stálá zatížení	66
2.2.1.1 Vlastní tíha	66
2.2.1.2 Ostatní stálá	66
2.2.2 Proměnná zatížení	66
2.2.2.1 Chodci	66
2.2.2.2 Soustředné zatížení	67
2.2.2.3 Klimatické zatížení větrem	67
2.2.2.3.1 Výpočet účinků větru působících na mostovku	67
2.2.2.3.2 Výpočet účinků větru působících na horní pásy	69
2.3. Výpočtový model	70
2.3.1 Popis výpočtového modelu	70
2.3.2 Přehled jednotlivých prutů výpočtového modelu	71
2.3.2.1 Horní pásy, dolní pásy, diagonály	71
2.3.2.2 Dolní příčníky, dolní ztužení	72
2.3.2.3 Horní příčníky, horní ztužení	73
2.3.3 Přehled jednotlivých uzlů výpočtového modelu	74
2.4. Zatížení	75
2.4.1 Zatěžovací plochy pro přenos zatížení z mostovky na hlavní nosnou konstrukci	75
2.4.2 Přehled označení dolních příčníků	76
2.4.3 Zatěžovací stavy	77
2.4.3.1 ZS1 Vlastní tíha	77
2.4.3.2 ZS2 Ostatní stálá	78
2.4.3.3 ZS3 Chodci (-z), zábradlí (-z) – plný	78
2.4.3.4 ZS4 Chodci (-z), zábradlí (+y) – plný	79
2.4.3.5 ZS5 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr ulice Poříčí)	80
2.4.3.6 ZS6 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr Aquapark)	80
2.4.3.7 ZS7 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (protivodní strana)	81
2.4.3.8 ZS8 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (povodní strana)	81
2.4.3.9 ZS9 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení I.	82
2.4.3.10 ZS10 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení II.	83
2.4.3.11 ZS11 Vítr (-z, +x)	84
2.4.3.12 ZS12 Vítr (+z, +x)	85
2.4.3.13 ZS13 Vítr (-z, +y)	86
2.4.3.14 ZS14 Vítr (+z, +y)	87
2.5. Kombinace	87
2.5.1 Přehled kombinací	87
2.5.2 Klíč kombinace	88
2.6. Výsledky vnitřních sil	88
2.6.1 Dolní pásy	88
2.6.2 Horní pásy	88
2.6.3 Diagonály	89
2.6.4 Dolní příčníky	89
2.6.5 Horní příčníky	89
2.6.6 Ztužení	90
2.7. Posouzení MSÚ	90

2.7.1 Dolní pásy	90
2.7.1.1 Posouzení na tah	91
2.7.1.2 Posouzení na ohyb (kolem osy y)	91
2.7.2 Horní pásy (oblouky)	92
2.7.2.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)	93
2.7.2.2 Posouzení na ohyb (kolem osy z)	93
2.7.2.3 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu).....	94
2.7.2.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)	95
2.7.2.5 Posouzení na ohyb a osový tlak.....	96
2.7.3 Závěsy	98
2.7.3.1 Posouzení na tah	98
2.7.4 Dolní příčníky.....	99
2.7.4.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)	100
2.7.4.2 Posouzení na ohyb (kolem osy z)	100
2.7.4.3 Posouzení na smyk	101
2.7.4.4. Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)	101
2.7.4.5 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu).....	102
2.7.4.6 Posouzení na zkroucení (pro maximální tlakovou sílu)	103
2.7.4.7 Posouzení na klopení.....	104
2.7.4.8 Posouzení na ohyb a osový tlak.....	106
2.7.5 Horní příčníky	107
2.7.5.1 Posouzení na tah	108
2.7.6 Ztužení	109
2.7.6.1 Posouzení na tah	109
2.7.6.2 Posouzení na rovinný vzpěr (pro maximální tlakovou sílu).....	110
2.8. Posouzení MSP	111
2.8.1 Svislý průhyb mostovky	111
2.8.2 Vodorovná deformace mostovky	111
2.9. Dynamická odezva konstrukce	112
2.9.1 Kombinace hmot	112
2.9.2 Výsledky vlastních frekvencí.....	113
2.9.3 Zhodnocení výsledků vlastních frekvencí.....	115
3. Hodnocení variant	116
3.1 Výkaz materiálu	116
3.2 Počet prutů.....	117
3.3 Nátěrové plochy	117
3.4 Dynamické účinky.....	119
3.5 Estetika	119
3.6 Závěr	119
4. Varianta A – detailnější posouzení	119
4.1 Uložení ocelové lávky	119
4.1.1 Výsledky reakcí	119
4.1.2 Schéma uložení ocelové lávky	120
4.1.3 Ložiska	120
4.2 Připoje	122
4.2.1 Posouzení průřezů.....	122
4.2.1.1 Připojení diagonál k dolním a horním pásům.....	122
4.2.1.1.1 Porušení povrchu pásu	122
4.2.1.1.2 Porušení pásu smykem.....	123
4.2.1.1.3 Porušení mezipásmového prutu	124
4.2.1.1.4 Prolomení smykem.....	125
4.2.1.1.5 Podmínky platnosti.....	126

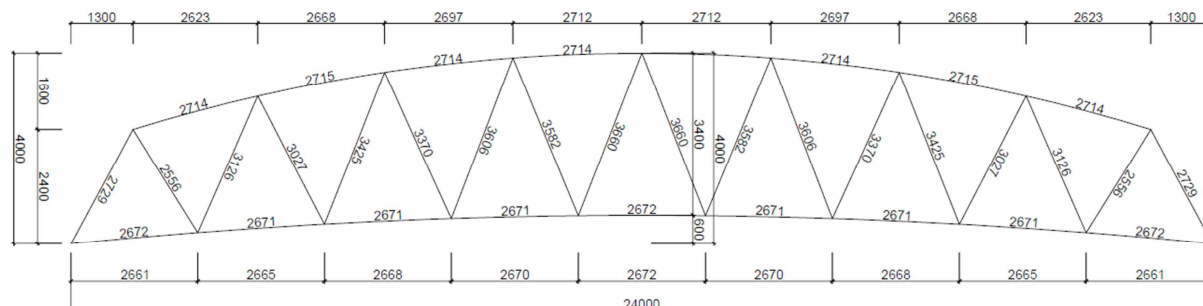
4.2.1.2 Připojení dolních příčníků k dolním pásům	128
4.2.1.2.1 Porušení povrchu pásu	128
4.2.1.2.2 Porušení boční stěny pásu.....	128
4.2.1.2.3 Porušení pásu zkroucením	129
4.2.1.2.4 Porušení mezipásmového prutu	129
4.2.1.2.5 Podmínky platnosti.....	129
4.2.1.3 Zalomení horního pásu.....	130
4.2.2 Posouzení svarových spojů.....	131
4.2.2.1 Připojení dolních příčníků k dolním pásům	131
4.2.2.1.1 Kombinace s největší posouvající silou	131
4.2.2.1.2 Kombinace s největším ohybovým momentem	133
4.2.2.2 Připojení diagonál k horním a dolním pásům.....	135
4.2.2.3 Připojení horních příčníků k horním pásům	136
4.2.2.4 Připojení prutů ztužidel k dolním a horním pásům	136
4.3 Podélníky	137
4.3.1 Technické řešení.....	137
4.3.2 Geometrie.....	137
4.3.3 Materiálové vlastnosti	137
4.3.4 Zatížení	138
4.3.4.1 Stálá zatížení.....	138
4.3.4.1.1 Vlastní tíha.....	138
4.3.4.1.2 Ostatní stálá.....	138
4.3.4.2 Proměnná zatížení.....	138
4.3.4.2.1 Chodci.....	138
4.3.4.2.2 Soustředné zatížení	138
4.3.4.2.3 Vítr	138
4.3.5 Rozhodující průřezy	138
4.3.6 Zatěžovací stavy.....	139
4.3.6.1 ZS1 – řez A (vlastní tíha, ostatní stálá, chodci, vítr).....	139
4.3.6.2 ZS2 – řez A (vlastní tíha, ostatní stálá, soustředné, vítr)	139
4.3.6.3 ZS3 – řez B (vlastní tíha, ostatní stálá, chodci, vítr).....	139
4.3.6.4 ZS4 – řez B (vlastní tíha, ostatní stálá, soustředné, vítr)	139
4.3.7 Výsledky vnitřních sil	140
4.3. Posouzení MSÚ.....	140
4.3.8.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)	141
4.3.8.2 Posouzení na smyk	141
4.3.8.3 Posouzení na klopení.....	142
4.3.9 Posouzení MSP	143
4.4 Mostina.....	143
4.4.1 Technické řešení.....	143
4.4.2 Geometrie.....	144
4.4.3 Materiálové vlastnosti	144
4.4.4 Zatížení	144
4.4.4.1 Stálá zatížení.....	144
4.4.4.1.1 Vlastní tíha.....	144
4.4.4.2 Proměnná zatížení.....	144
4.4.4.2.1 Chodci.....	144
4.4.4.2.2 Soustředné	144
4.4.4.2.3 Vítr	144
4.4.5 Rozhodující průřezy	145
4.4.6 Zatěžovací stavy.....	146
4.4.6.1 ZS1 – řez A (vlastní tíha, chodci, vítr)	146

4.4.6.2 ZS2 – řez A (vlastní tíha, soustředné vítr).....	146
4.4.6.3 ZS3 – řez B (vlastní tíha, chodci, vítr).....	147
4.4.6.4 ZS 4 – řez B (vlastní tíha, soustředné, vítr).....	147
4.4.7 Hodnoty vnitřních sil	148
4.4.8 Posouzení MSÚ.....	148
4.4.8.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)	148
4.4.8.2 Posouzení na smyk	149
4.4.9 Posouzení MSP	149
5. Seznam použitých zdrojů.....	150

1. Varianta A

1.1. Technické řešení

Jedná se o nekrytou ocelovou lávku pro pěší a cyklistickou dopravu, která přemostňuje řeku Svitavu v obci Blansko. Ocelová lávka umožňuje přístup z ulice Poříčí k místnímu Aquaparku a k němu přilehlé cyklostezce. Hlavním materiálem ocelové lávky je ocel S355. Hlavními nosnými prvky je dvojice příhradových nosníků. Rozpětí lávky je 24,00 m.



1.1.1 Hlavní příhradové nosníky

Příhradové nosníky jsou svislé, jejich délka je 24,00 m a výška je 4,00 m. Osová vzdálenost příhradových nosníků je 4,00 m. Dolní pás příhradového nosníku je obloukový ve tvaru kružnice o poloměru 120,30 m a jeho celková délka je 24,04 m. Horní pás příhradového nosníku se skládá z přímých částí a obloukové části. Přímé části jsou délky 2,73 m a jsou ukloněny o 28,44° od svislé osy. Oblouková část je ve tvaru kružnice o poloměru 36,58 m a její celková délka je 21,72 m a je vložena mezi přímé části. Průřez dolního i horního pásu je z RHS profilu, který je vysoký 260 mm, široký 180 mm a tloušťka jeho stěn je 8 mm. Dolní a horní pás je spojen diagonálními pruty. Diagonální pruty jsou k dolnímu pásu připojeny v devítinách jeho délky a k hornímu pásu jsou připojeny v osminách jeho délky. Diagonální pruty jsou přímé v délce od 2,56 m do 3,70 m. Průřez diagonálních prutů je z RHS profilu, který je vysoký 140 mm, široký 140 mm a tloušťka jeho stěn je 6 mm.

1.1.2 Dolní příčníky

Dolní příčníky jsou připojeny k dolním pásům příhradových nosníků. Připojení je provedeno v devítinách délky dolního pásu. Dolní příčníky jsou přímé a jejich délka je 4,00 m. Průřez dolních příčníků je svařovaný, obdélníkový, jehož výška je 200 mm, šířka je 160 mm, tloušťka stěn stojin je 8 mm a tloušťka stěn pásnic je 6 mm.

1.1.3 Horní příčníky

Horní příčníky jsou připojeny k horním pásům příhradových nosníků. Připojení je provedeno v osminách délky obloukové části horního pásu (jedná se pouze o 5 vnitřních styčniců). Horní příčníky jsou přímé a jejich délka je 4,00 m. Průřez horních příčníků je z RHS profilu, který je vysoký 140 mm, široký 140 mm a tloušťka jeho stěn je 5 mm.

1.1.4 Ztužení

Příhradové nosníky jsou vzájemně propojeny pomocí horních a dolních příčníků. Do rovin dolních a horních pásů příhradových nosníků jsou dále ve vodorovném směru připojeny pruty, které zde společně s příčníky tvoří vodorovné ztužení ocelové lávky. Vložené ztužující pruty jsou z RHS profilu, které jsou vysoké 100 mm, široké 100 mm a tloušťka jejich stěn je 5 mm.

1.1.5 Mostovka

Mostovka je provedena z dřevěných mostin, které jsou uloženy na ocelové podélníky. Mostiny jsou vyrobeny z rostlého dubového dřeva a jejich délka je 3,50 m. Průřez mostin je obdélníkový o výšce 80 mm a šířce 100 mm. Ocelové podélníky jsou uloženy na dolní příčníky. Ocelové podélníky jsou z profilů IPE 140 a jejich tvar kopíruje průběh dolního pásu příhradového nosníku.

1.1.6 Uložení ocelové lávky

Celá konstrukce ocelové lávky je uložena na čtveřici elastomerových ložisek. Tato ložiska jsou uložena na železobetonových opěrách. V místě uložení ocelové lávky je provedeno zesílení dolního pásu příhradového nosníku.

1.1.7 Směrové a výškové řešení

Niveleta komunikace pro pěší a cyklistickou dopravu, kterou převádí ocelová lávka je směrově vedena v přímé. Výškové řešení je ve tvaru kružnicového oblouku o poloměru 120,30 m. Maximální podélný sklon je 8,9 %.

1.1.8 Průchozí prostor

Na ocelové lávce je v celé její délce zachován průchozí prostor pro pěší a cyklistickou dopravu v šířce 3,50 m a výšce 2,70 m. Před ocelovou lávkou je provedeno zabezpečení proti vjetí vozidla na konstrukci ocelové lávky.

1.1.9 Odvodnění mostovky

Mostovka je v podélném z dřevěných mostin mezi nimiž je mezera 0,5 mm. Mostiny nemají žádný příčný sklon. Podélně jsou ukloněny v závislosti na poloze mostiny, jelikož podélný sklon je po délce ocelové lávky proměnný. Odvodnění je realizováno již samotným rozmístěním mostnic a mezerou mezi nimi.

1.1.10 Ocelové zábradlí

Na obou stranách průchozího prostoru je ocelové zábradlí se svislou výplní. Zábradlí je výšky 1,10 m.

1.1.11 Materiály lávky pro pěší

Mostiny jsou vyrobeny z dubového dřeva pevnostní třídy D50. Nosné prvky ocelové konstrukce lávky jsou vyrobeny z oceli pevnostní třídy S355.

Dřevo D50

Objemová tíha:

$$\gamma_m = 8,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^3$$

Pevnost v ohybu:

$$f_{m,k} = 50,0 \text{ MPa}$$

Pevnost ve smyku:

$$f_{v,k} = 4,5 \text{ MPa}$$

Ocel S355

Objemová tíha:

$$\gamma_m = 78,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^3$$

Mez kluzu:

$$f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$$

Pevnost pevnosti:

$$f_{v,k} = 490 \text{ MPa}$$

1.2 Zatížení

1.2.1 Stálá zatížení

1.2.1.1 Vlastní tíha

Jedná se o vlastní tíhu hlavní nosné konstrukce. Toto zatížení je automaticky počítáno výpočetním softwarem.

1.2.1.2 Ostatní stálá

Jako ostatní stálé zatížení jsou uvažovány:

- a) Dřevěné mostiny – jsou uloženy na ocelové podélníky a jsou obdélníkového průřezu šířky $b_m = 0,1 \text{ m}$ a výšky $h_m = 0,08 \text{ m}$. Mostiny jsou délky $l_m = 3,5 \text{ m}$ a jsou z dubového dřeva pevnostní třídy C50 o objemové tíze $\gamma_m = 8,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$g_{1k} = h_m \cdot \gamma_m = 0,08 \cdot 8 \cdot 10^3 = 0,64 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- b) Ocelové podélníky – jsou uloženy na příčníky a jsou z profilu IPE 140. Podélníky jsou z oceli třídy S355 a objemové tíhy $\gamma_m = 78,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$g_{2k} = A_p \cdot \gamma_o = 1,64 \cdot 10^{-3} \cdot 78,5 \cdot 10^3 = 0,13 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- c) Ocelové zábradlí – je kotveno k hlavní nosné konstrukci o hmotnosti $h_z = 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$.

$$g_{3k} = 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

1.2.2 Proměnná zatížení

1.2.2.1 Chodci

Zatížení je stanoveno dle ČSN EN 1991-2 – část 5 Zatížení chodníků, cyklistických stezek a lávek pro chodce.

- a) Účinky chodců na mostovku:

$$q_{1k} = q_{fk} = 5,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- b) Účinky chodců na zábradlí:

$$q_{2k} = q_{2yk} = 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

1.2.2.2 Soustředné zatížení

Zatížení je stanoveno dle ČSN EN 1991-2 – část 5 Zatížení chodníků, cyklistických stezek a lávek pro chodce. Soustředné zatížení působí na čtvercové ploše o straně 0,1 m.

$$Q_{1k} = Q_{fwk} = 2,0 \text{ kN}$$

1.2.2.3 Klimatické zatížení větrem

Zatížení počítáno dle ČSN EN 1991-1-4 – část 8 Zatížení mostů větrem. Lávka se nachází 4,6 m nad terénem a spadá do větrné oblasti III. Kategorie okolního terénu je III.

1.2.2.3.1 Výpočet účinků větru působících na mostovku

Výchozí základní rychlost větru:

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Referenční výška:

$$z = h = 4,6 \text{ m}$$

Parametry drsnosti terénu:

$$z_0 = 0,3$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

Součinitel směru větru:

$$c_{dir} = 1,0$$

Součinitel ročního období:

$$c_{season} = 1,0$$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti:

$$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{h}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left(\frac{4,6}{0,3} \right) = 0,587$$

Součinitel expozice:

$$c_0(z) = 1,0$$

$$k_I = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,587 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 16,143 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{4,6}{0,3}\right)} = 0,366$$

Měrná hmotnost vzduchu:

$$\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,366] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,143^2 = 0,58 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Součinitel síly:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{4,0}{1,0} = 4,0 \Rightarrow c_{f,x,0} = 1,3$$

Základní dynamický tlak:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 0,473 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Součinitel expozice:

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,58}{0,473} = 1,226$$

Síly působící na mostovku:

a) Směr X

Součinitel síly:

$$c_{f,x} = c_{f,x,0} = 1,3$$

Součinitel zatížení větrem:

$$c = c_e \cdot c_{f,x} = 1,226 \cdot 1,3 = 1,594$$

Síla ve směru X:

$$F_{w,x,m} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot c \cdot A_{ref,x} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 \cdot 1,594 \cdot 1,0 = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

b) Směr Y

50% sil od větru ve směru x

Síla ve směru Y:

$$F_{w,y,m} = 0,5 \cdot F_{w,x} = 0,5 \cdot 0,753 = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

c) Směr Z

Součinitel síly:

$$c_{f,z} = \pm 0,9$$

Součinitel zatížení větrem:

$$c = c_e \cdot c_{f,z} = 1,226 \cdot (\pm 0,9) = \pm 1,103$$

Referenční šířka:

$$b_{ref,z} = 3,5 \text{ m}$$

Síla ve směru Z:

$$F_{w,z,m} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot c \cdot b_{ref,z} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 \cdot (\pm 1,103) \cdot 3,5 = \pm 1,83 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

1.2.2.3.2 Výpočet účinků větru působících na horní pás a na diagonály

Výchozí základní rychlost větru:

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Referenční výška:

$$z = h = 8,6 \text{ m}$$

Parametry drsnosti terénu:

$$z_0 = 0,3$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

Součinitel směru větru:

$$c_{dir} = 1,0$$

Součinitel ročního období:

$$c_{season} = 1,0$$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti:

$$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{h}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left(\frac{8,6}{0,3} \right) = 0,722$$

Součinitel expozice:

$$c_0(z) = 1,0$$

$$k_I = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,722 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 19,855 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \left(\frac{8,6}{0,3} \right)} = 0,298$$

Měrná hmotnost vzduchu:

$$\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,298] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 19,855^2 = 0,76 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Součinitel plnosti:

$$\varphi = \frac{A}{A_c} = \frac{20,76}{73,46} = 0,283$$

Efektivní štíhlost:

$$\lambda = 70$$

Součinitel koncového efektu:

$$\psi_\lambda = 1,0$$

Redukční součinitel:

$$\psi_r = 1,0$$

Součinitel síly:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda = 2,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,4$$

Síly působící na horní pás:

Síla ve směru X:

$$F_{w,x,hp} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 1,0 \cdot 2,4 \cdot 0,76 \cdot 0,26 = 0,47 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Síly působící na diagonály:

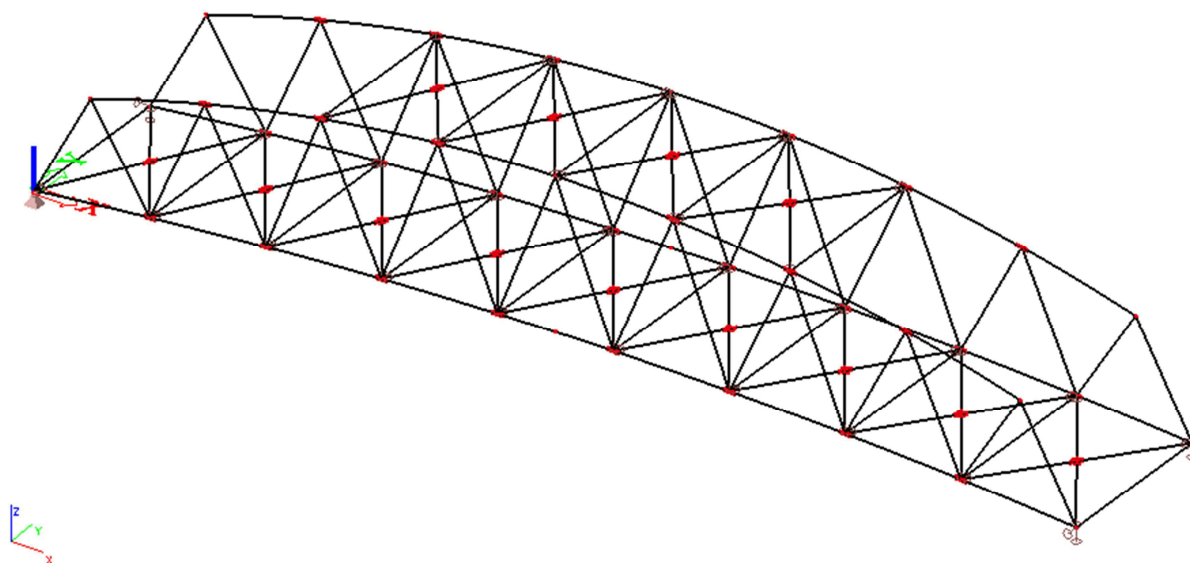
Síly ve směru X:

$$F_{w,x,d} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 1,0 \cdot 2,4 \cdot 0,76 \cdot 0,14 = 0,26 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

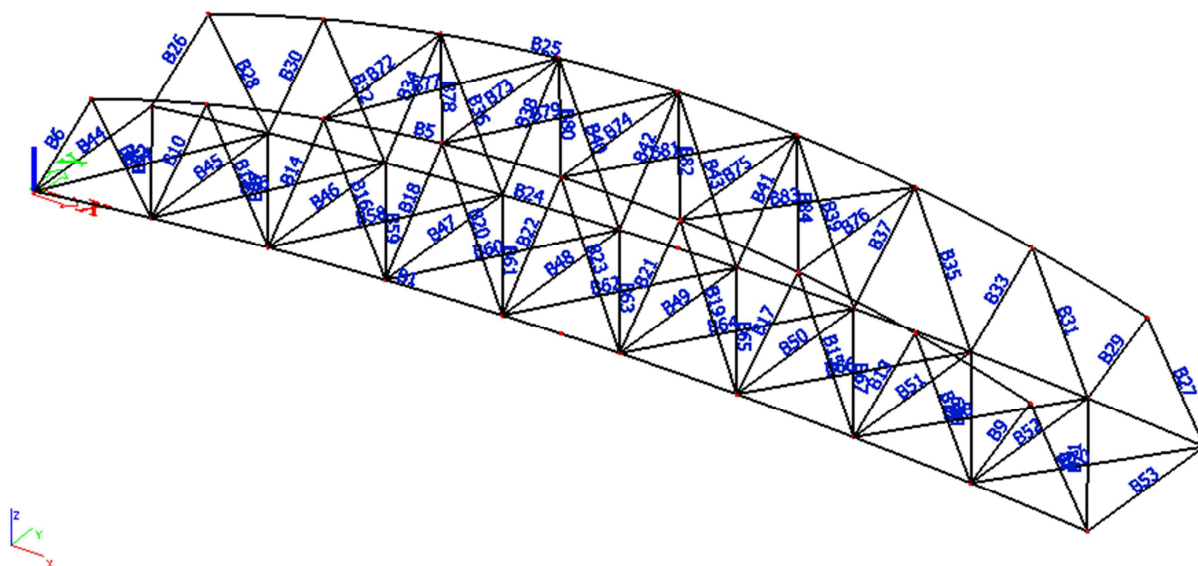
1.3 Výpočtový model

1.3.1 Popis výpočtového modelu

Výpočet vnitřních sil, výpočet deformací a výpočet vlastních frekvencí byl proveden na 3D modelu v programu Scia Engineer 2016. Konstrukce ocelové lávky je modelována jako prutová konstrukce. Horní a dolní pásy jsou modelovány jako průběžné pruty, ke kterým jsou připojeny diagonální pruty. K dolním pásům jsou ve vodorovném směru připojeny dolní příčníky a pruty vodorovného (větrového) ztužidla. Horní pásy jsou proti vybočení z roviny příhradových nosníků zajištěny připojením horních příčníků a prutů ztužidel. Pruty ztužidel jsou připojeny kloubově. Křížení prutů ztužidel je uvažováno kloubové. Zatížení mostovky je na hlavní nosnou konstrukci přenášeno v místě uložení podélníků.



1.3.2 Přehled jednotlivých prutů výpočtového modelu

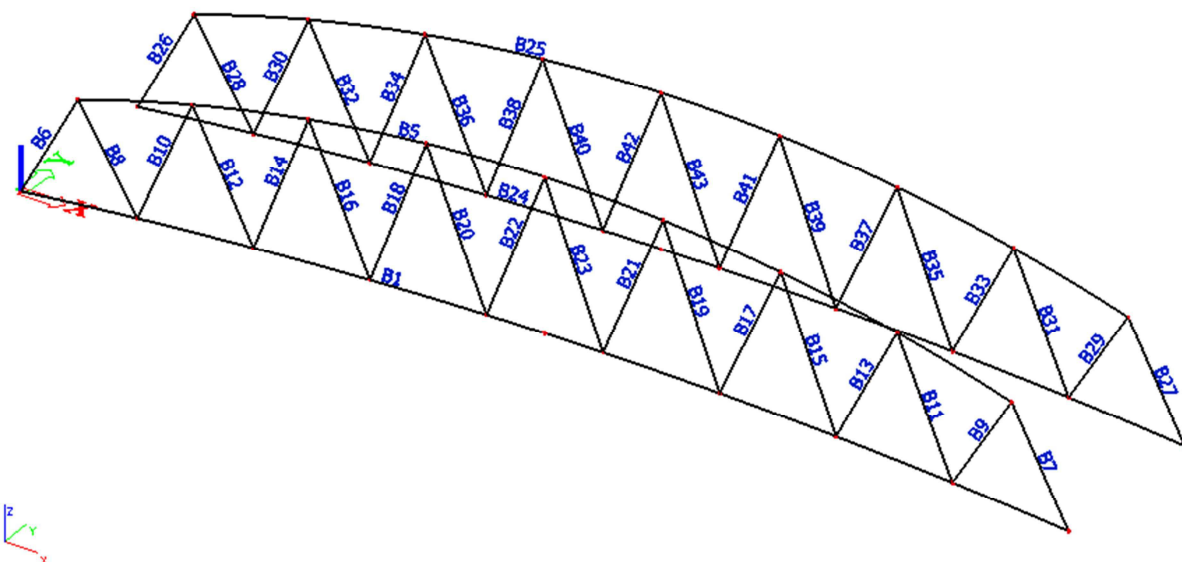


1.3.2.1 Horní pásy, dolní pásy, diagonály

Dolní pásy – pruty B1 a B24

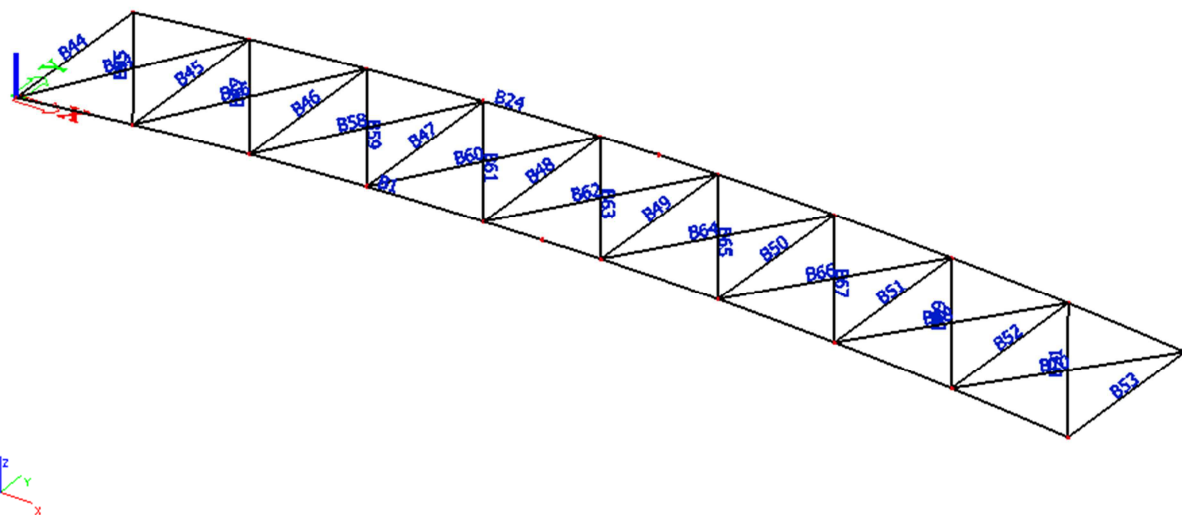
Horní pásy – pruty B5-B7 a B25-B27

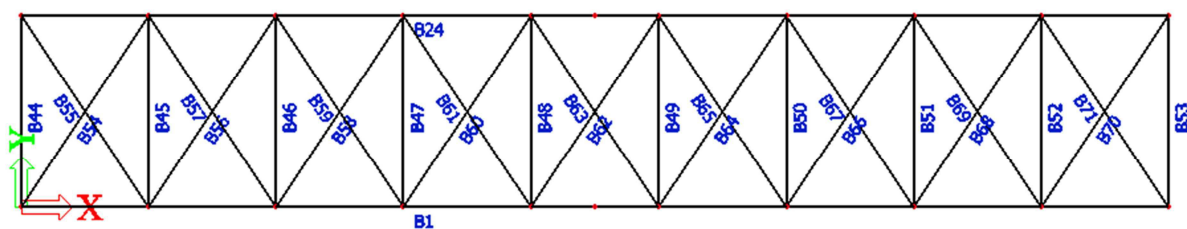
Diagonály – pruty B8-B23 a B 28-B43

**1.3.2.2 Dolní příčníky, dolní ztužení**

Dolní příčníky – pruty B44-B53

Dolní ztužení – pruty B54-B71

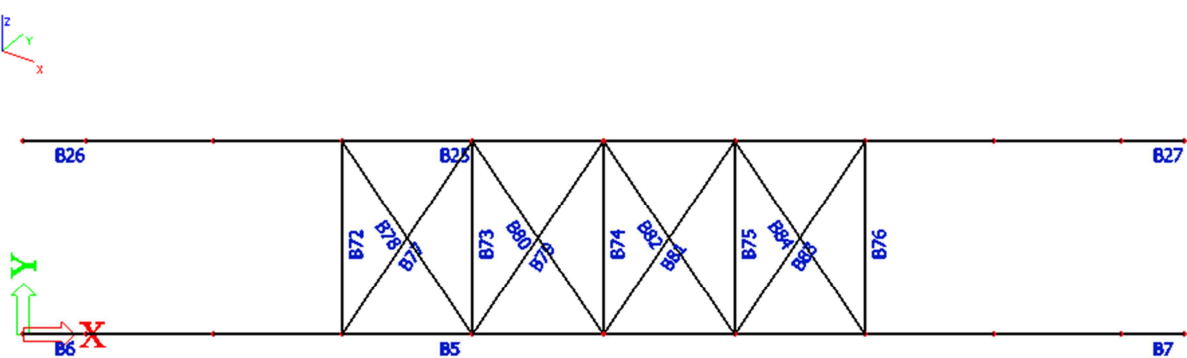
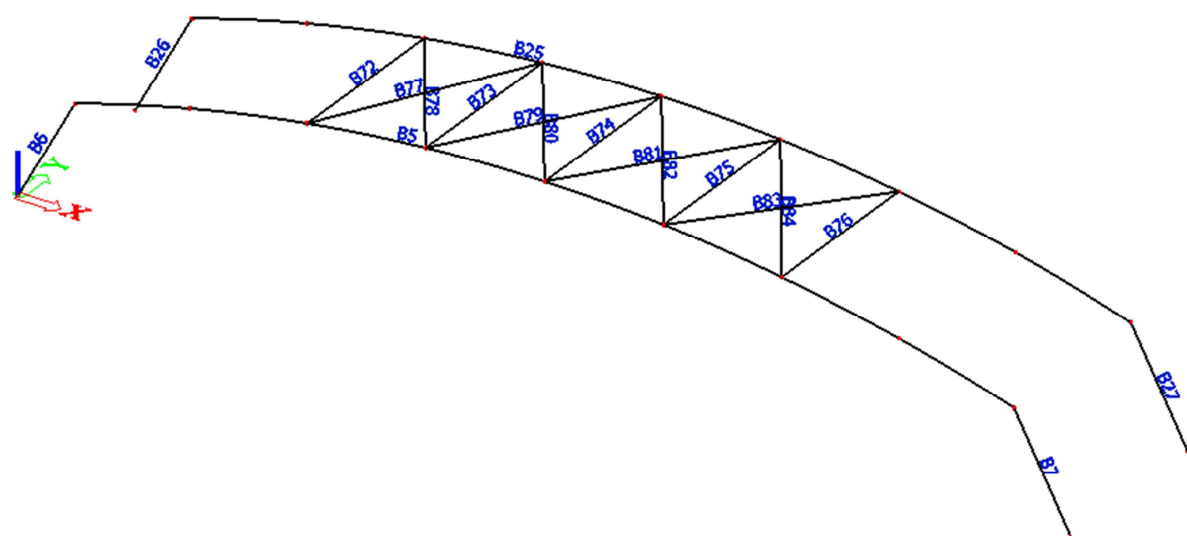




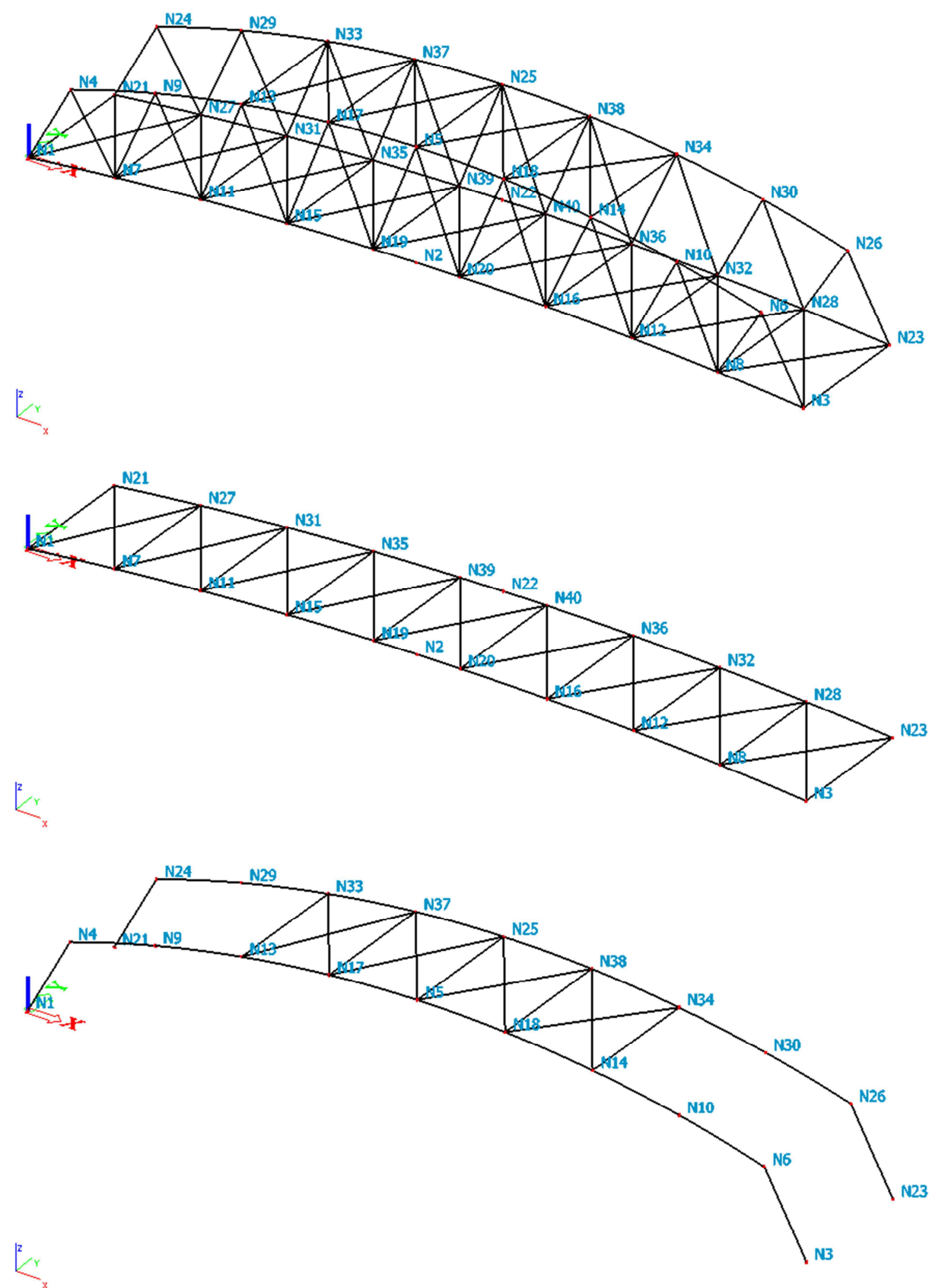
1.3.2.3 Horní příčníky, horní ztužení

Horní příčníky – pruty B72-B76

Horní ztužení – pruty B77-B85



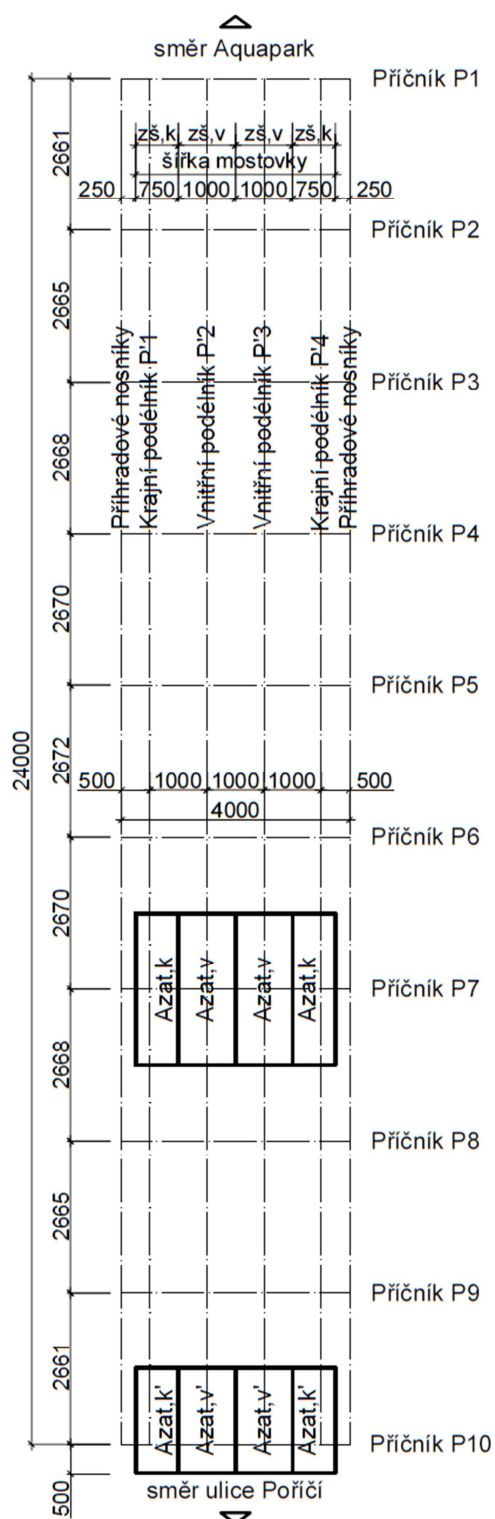
1.3.3 Přehled jednotlivých uzlů výpočtového modelu



1.4. Zatížení

1.4.1 Zatěžovací plochy

Přenos zatížení působících na mostovku do hlavní nosné konstrukce je realizován přenosem z mostnic do podélníků a z podélníků do příčníků. Podélníky jsou uloženy na příčnících, které tvoří společně s příhradovými nosníky hlavní nosnou konstrukci ocelové lávky. Krajiní podélníky jsou vzdálené od podélné osy příhradových nosníků 0,5 m. Osová vzdálenost podélníků je 1,0m.



Zatěžovací šířka pro vnitřní podélníky P'2 a P'3:

$$zš_v = 1,0 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka pro krajní podélníky P'1 a P'4:

$$zš_k = 0,75 \text{ m}$$

Zatěžovací plochy pro příčnický P1 a P10:

Plocha pro síly přenášené z vnitřních podélníků:

$$A_{zat,v'} = (0,5 \cdot l_p + 0,5) \cdot zš_v = (0,5 \cdot 2,67 + 0,5) \cdot 1,0 = 1,84 \text{ m}^2$$

Plocha pro síly přenášené z krajních podélníků:

$$A_{zat,k'} = (0,5 \cdot l_p + 0,5) \cdot zš_k = (0,5 \cdot 2,67 + 0,5) \cdot 0,75 = 1,38 \text{ m}^2$$

Zatěžovací plochy pro příčnický P2-P9:

Plocha pro síly přenášené z vnitřních podélníků:

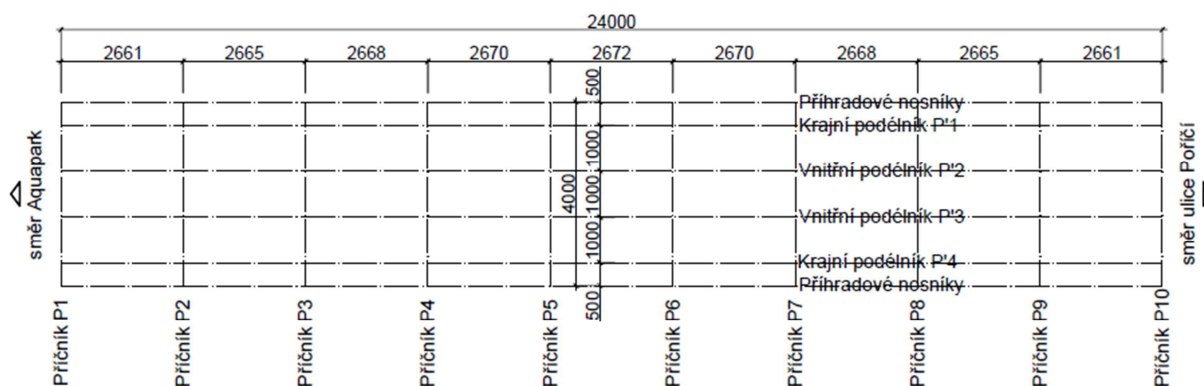
$$A_{zat,v} = l_p \cdot zš_v = 2,67 \cdot 1,0 = 2,67 \text{ m}^2$$

Plocha pro síly přenášené z krajních podélníků:

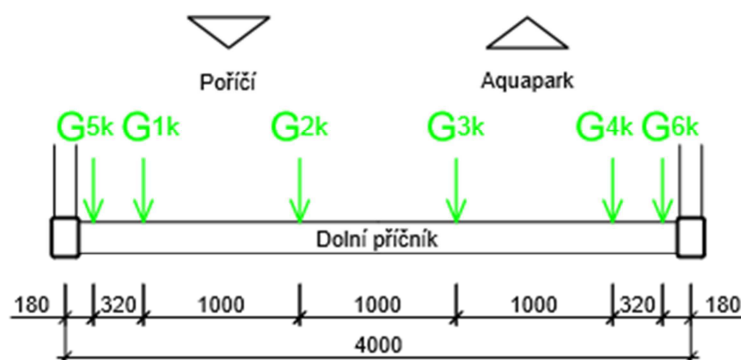
$$A_{zat,k} = l_p \cdot zš_k = 2,67 \cdot 0,75 = 2,00 \text{ m}^2$$

1.4.2 Přehled umístění zatížení na dolní příčnický

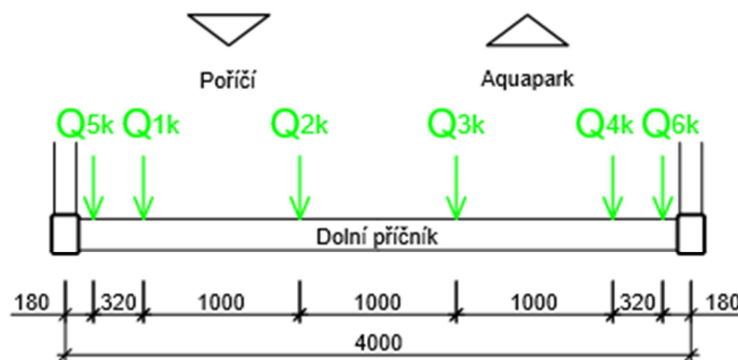
a) Přehled označení dolních příčnicků



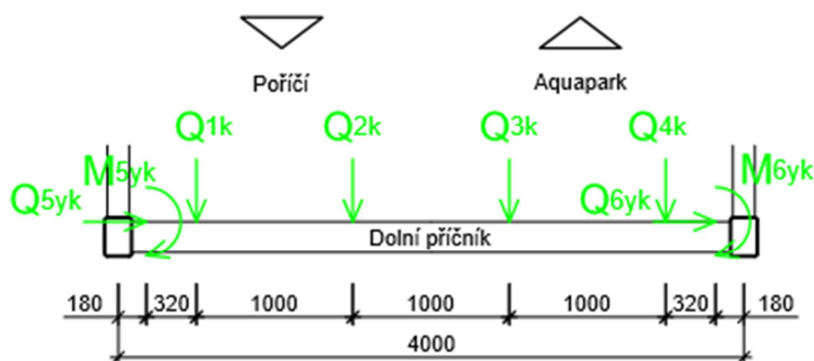
b) Přehled umístění zatížení na příčnický pro zatěžovací stav ostatní stálá



- c) Přehled umístění zatížení na příčnících pro zatěžovací stavy chodci (-z), zábradlí (-z)



- d) Přehled umístění zatížení na příčnících pro zatěžovací stavy chodci (-z), zábradlí (+y)

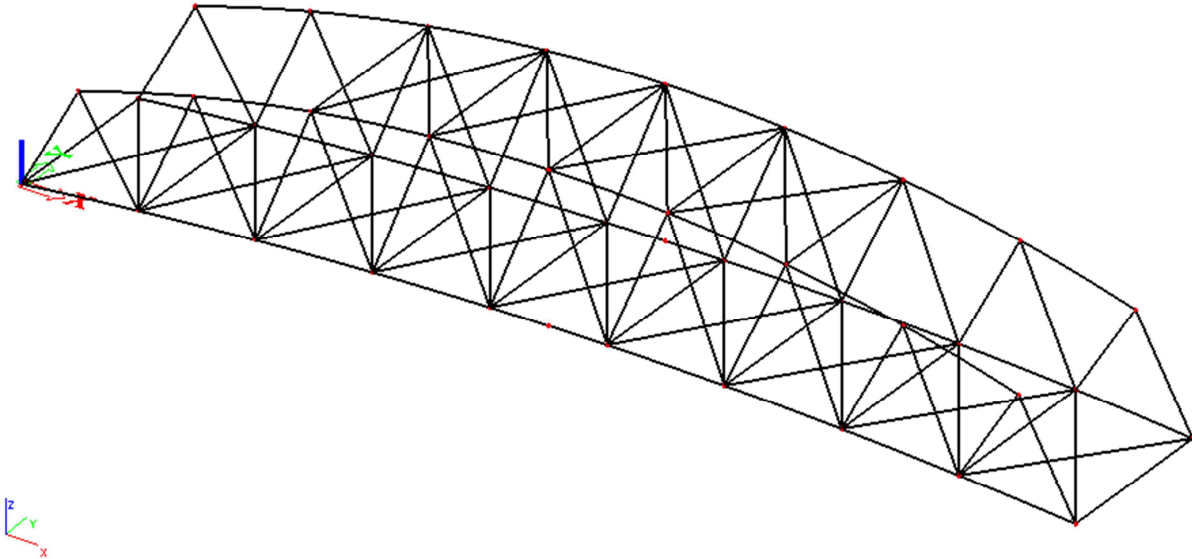


- e) Vodorovné síly od pohybu chodců

V místě působí svislých sil Q_{ik} od pohybu chodců na mostovce působí i vodorovné síly Q_{ixk} (platí pouze pro $i = \{1;2;3;4\}$). Vodorovné síly působí vždy ve směru osy x (ve směru podélné osy ocelové lávky) a jejich hodnota je vždy 10% hodnoty příslušné svislé síly Q_{ik} . Pro jednoduchost nejsou výpočty hodnot vodorovných sil Q_{ixk} numericky vyjádřeny.

1.4.3 Zatěžovací stavy**1.4.3.1 ZS1 Vlastní tíha**

Vlastní tíha je automaticky počítána výpočetním softwarem.

**1.4.3.2 ZS2 Ostatní stálá**

Příčnice P1 a P10:

$$G_{1k} = G_{4k} = g_{1k} \cdot A_{zat,k} + g_{2k} \cdot (0,5 \cdot l_p + 0,5) =$$

$$= 0,64 \cdot 1,38 + 0,13 \cdot (0,5 \cdot 2,67 + 0,5) = 1,12 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = G_{3k} = g_{1k} \cdot A_{zat,v} + g_{2k} \cdot (0,5 \cdot l_{pod} + 0,5) =$$

$$= 0,64 \cdot 1,84 + 0,13 \cdot (0,5 \cdot 2,67 + 0,5) = 1,42 \text{ kN}$$

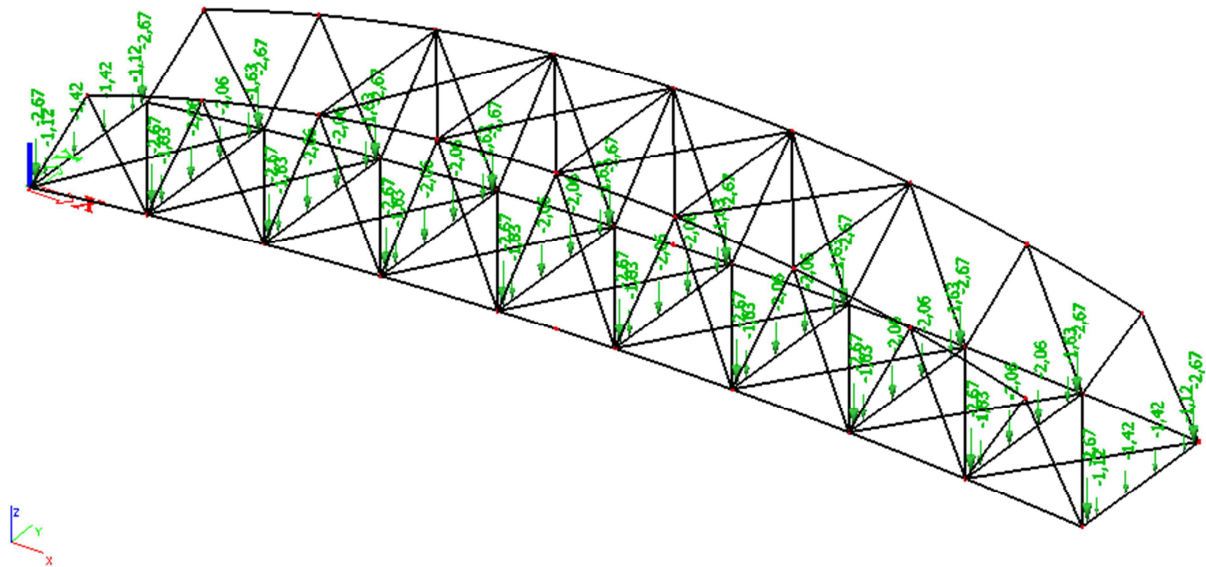
$$G_{5k} = G_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P9:

$$G_{1k} = G_{4k} = g_{1k} \cdot A_{zat,k} + g_{2k} \cdot l_p = 0,64 \cdot 2 + 0,13 \cdot 2,67 = 1,63 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = G_{3k} = g_{1k} \cdot A_{zat,v} + g_{2k} \cdot l_p = 0,64 \cdot 2,67 + 0,13 \cdot 2,67 = 2,06 \text{ kN}$$

$$G_{5k} = G_{6k} = g_{3k} \cdot l_{pod} = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$



1.4.3.3 ZS3 Chodci (-z), zábradlí (-z) – plný

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

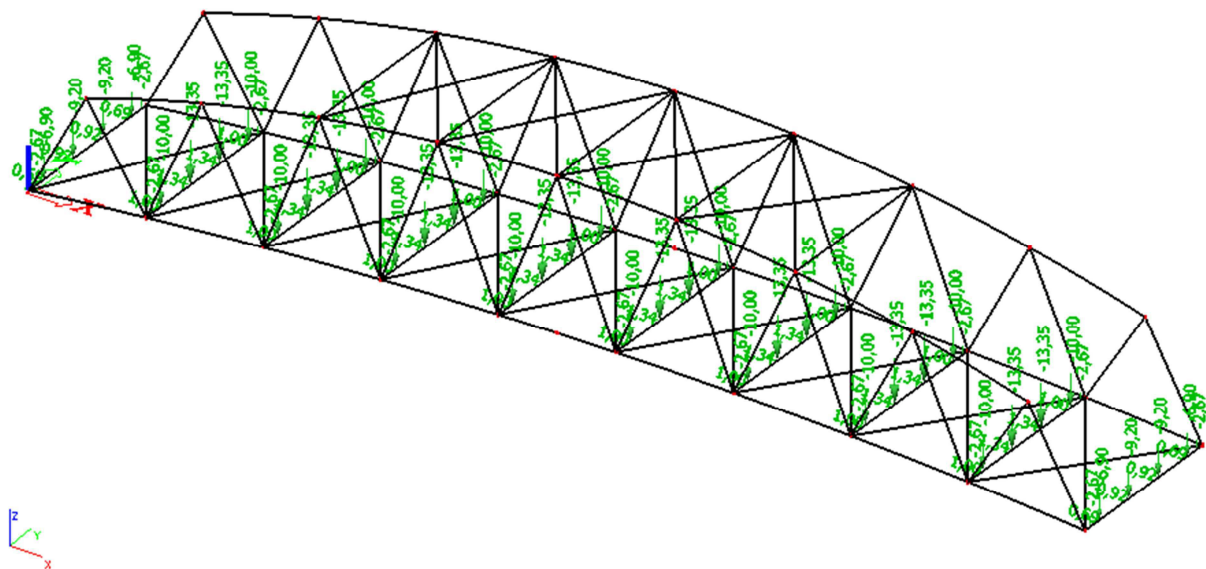
$$Q_{5k} = Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$



1.4.3.4 ZS4 Chodci (-z), zábradlí (+y) – plný

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

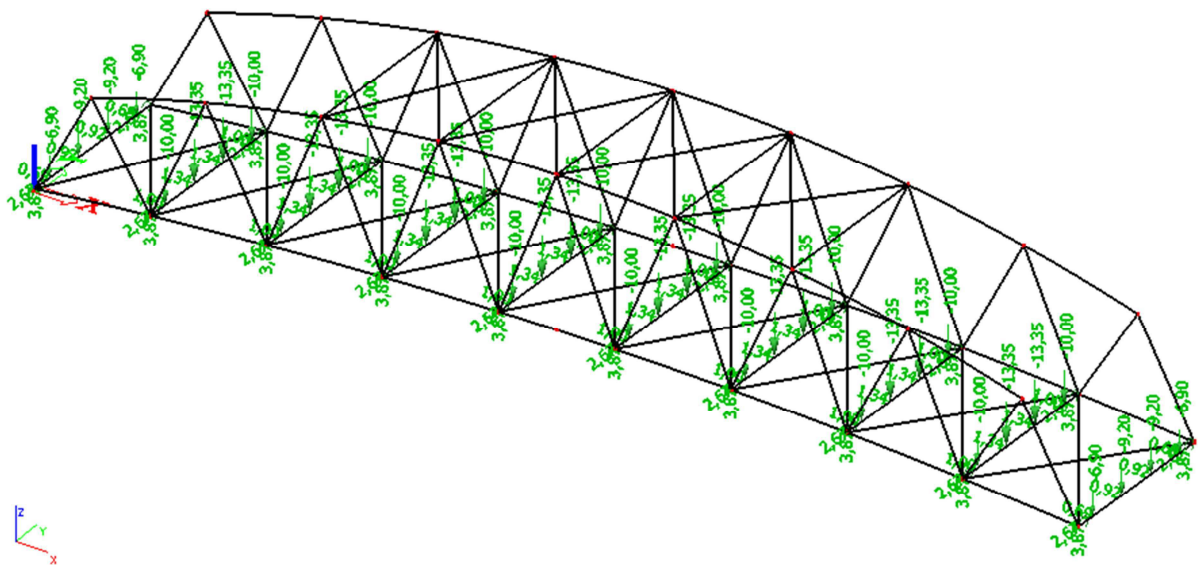
Příčnice P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

**1.4.3.5 ZS5 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr ulice Poříčí)**

Příčnice P6-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

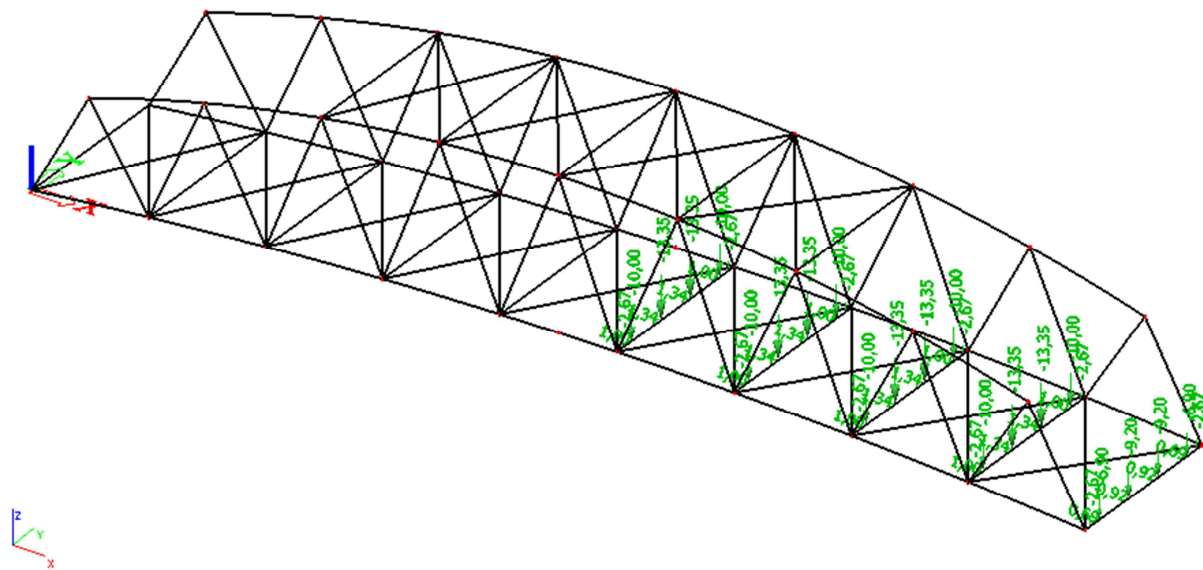
$$Q_{5k} = Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčník P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$



1.4.3.6 ZS6 Chodci (-z), zábradlí (+y) – polovina (směr ulice Poříčí)

Příčnicky P6-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

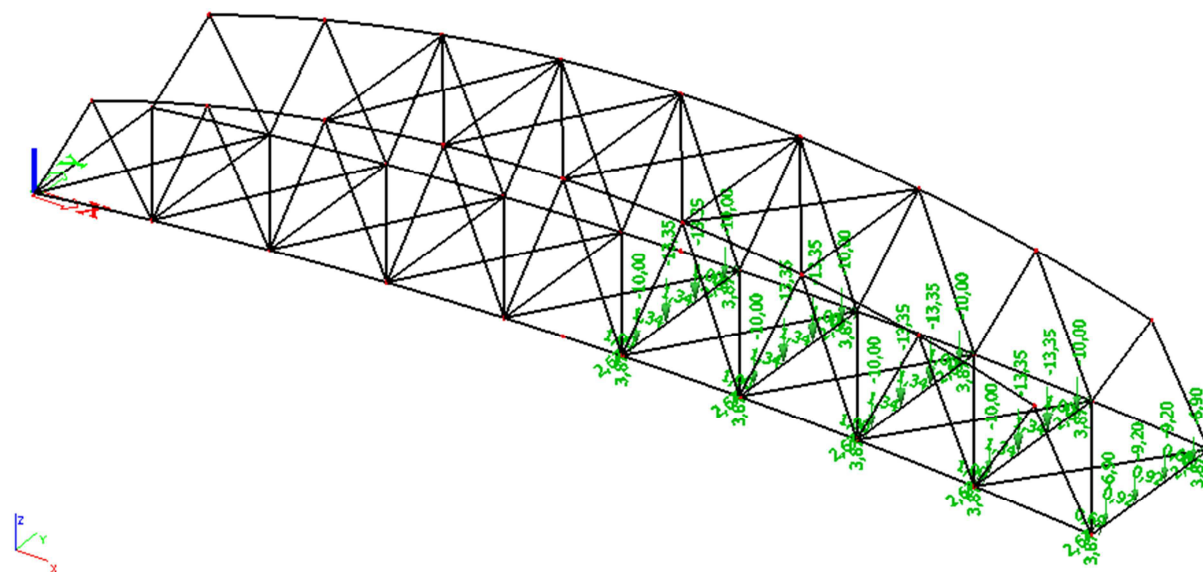
Příčnick P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$



1.4.3.7 ZS7 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr Aquapark)

Příčnice P1:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

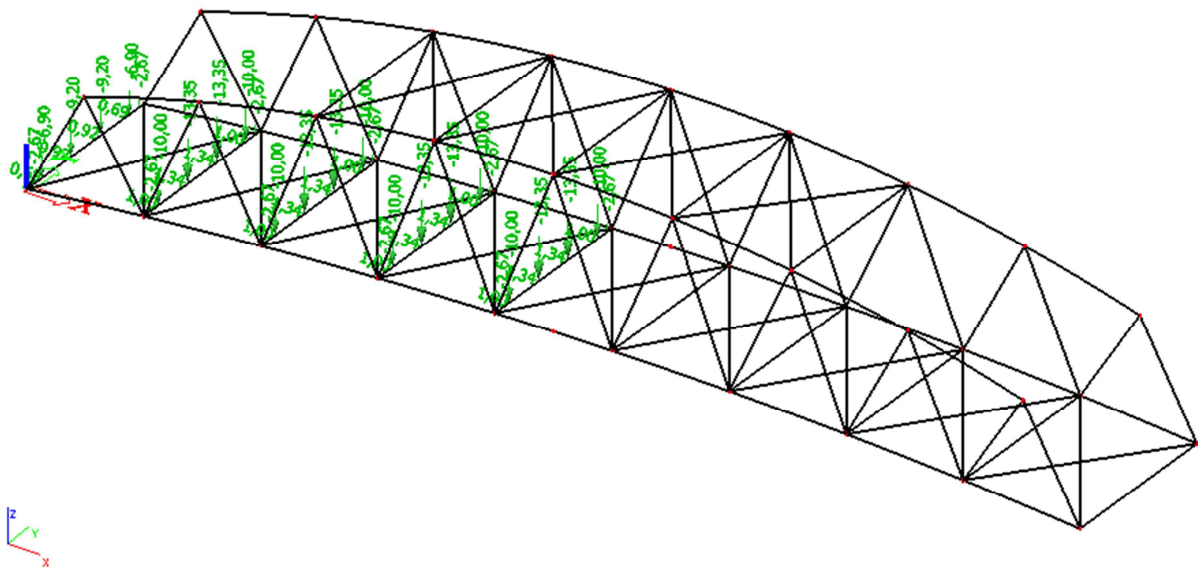
$$Q_{5k} = Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P5:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

**1.4.3.8 ZS8 Chodci (-z), zábradlí (+y) – polovina (směr Aquapark)**

Příčnice P1:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

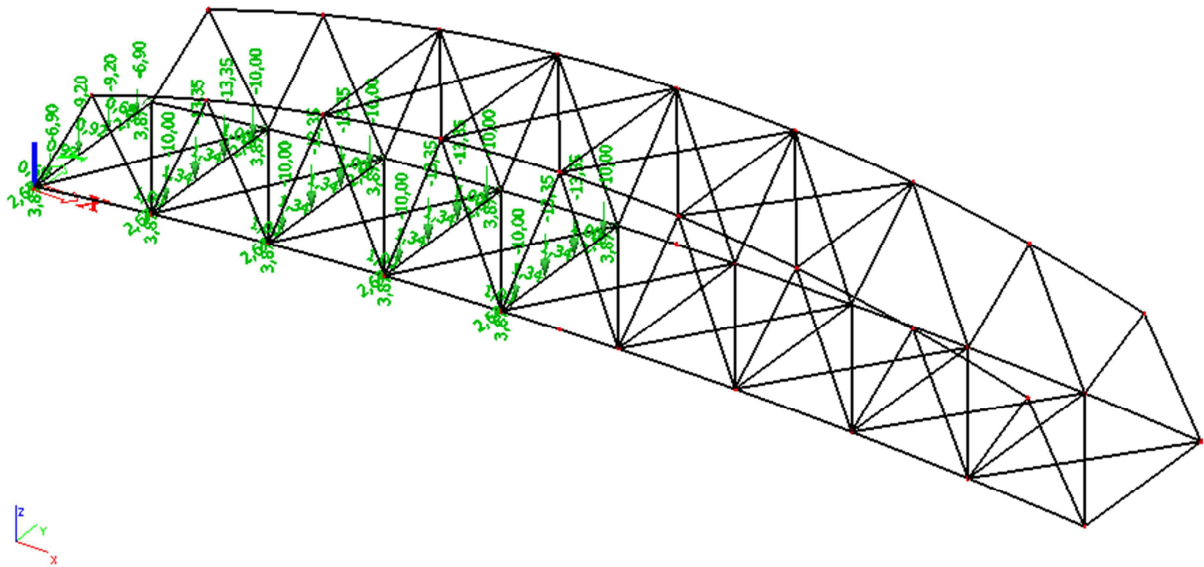
Příčnice P2-P5:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$



1.4.3.9 ZS9 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (protivodní strana)

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

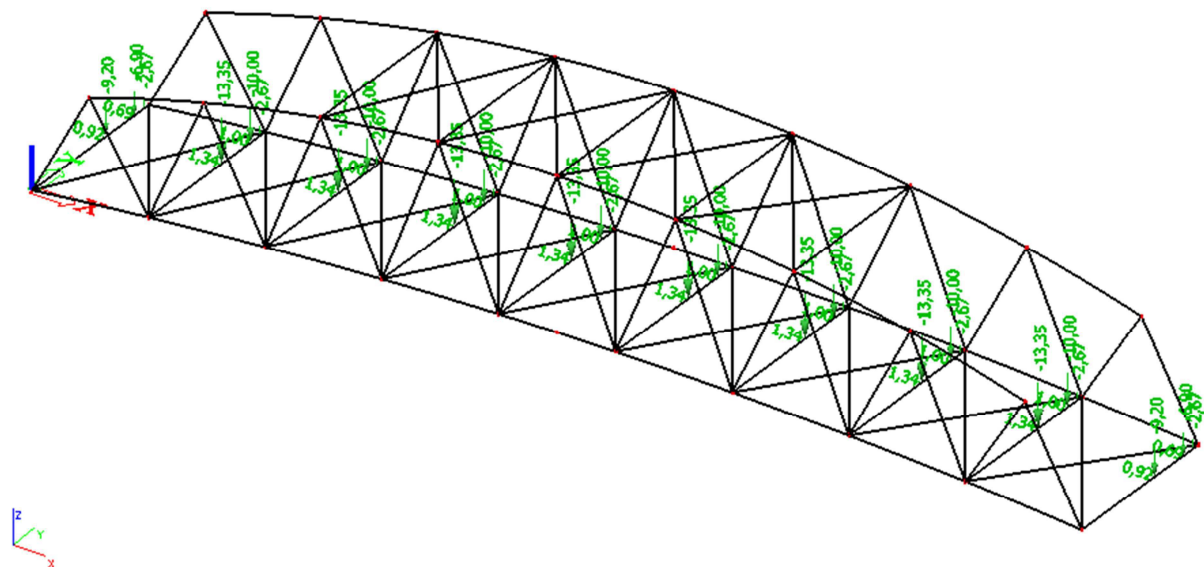
$$Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P9:

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$



1.4.3.10 ZS10 Chodci (-z), zábradlí (+y) – podélná polovina (protivodní strana)

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

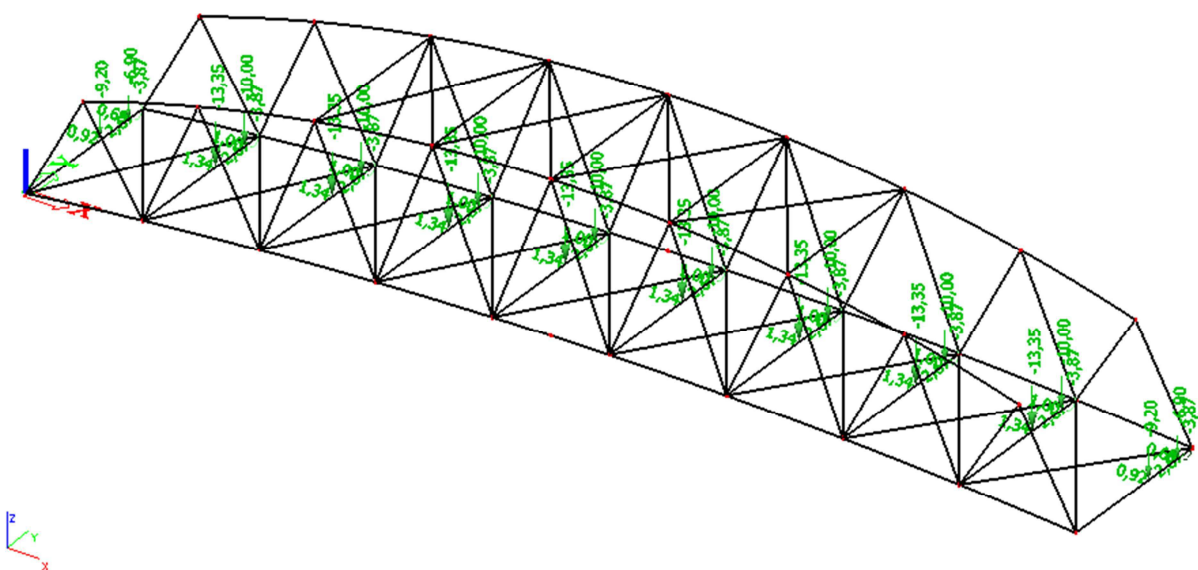
Příčnice P2-P9:

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

**1.4.3.11 ZS11 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (povodní strana)**

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

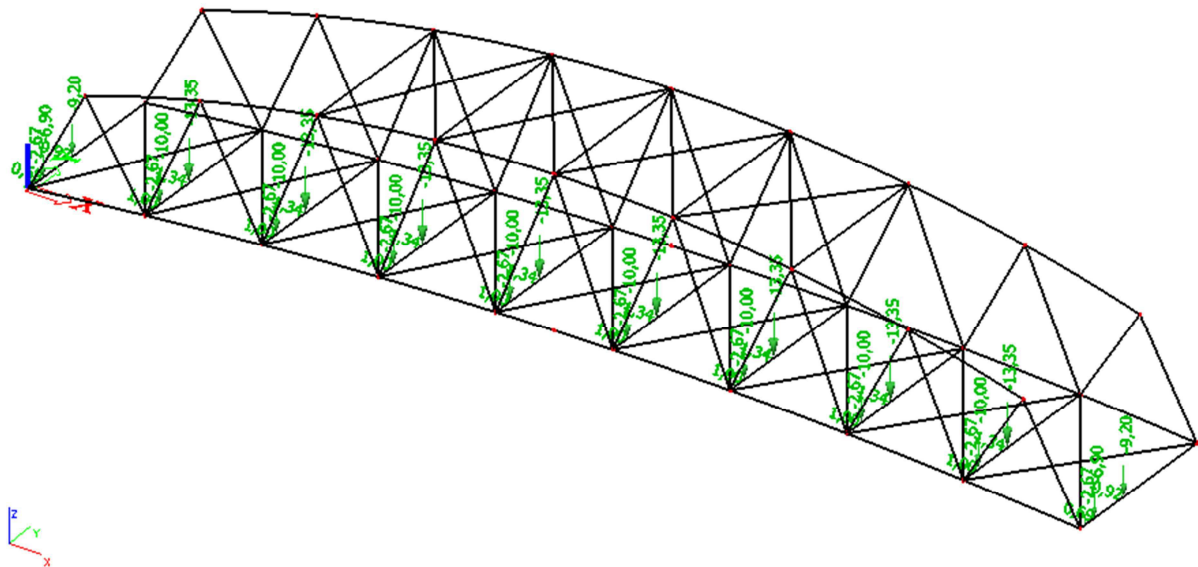
$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P9:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$



1.4.3.12 ZS12 Chodci (-z), zábradlí (-y) – podélná polovina (povodní strana)

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p = -1,0 \cdot 2,67 = -2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = -1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = -3,87 \text{ kNm}$$

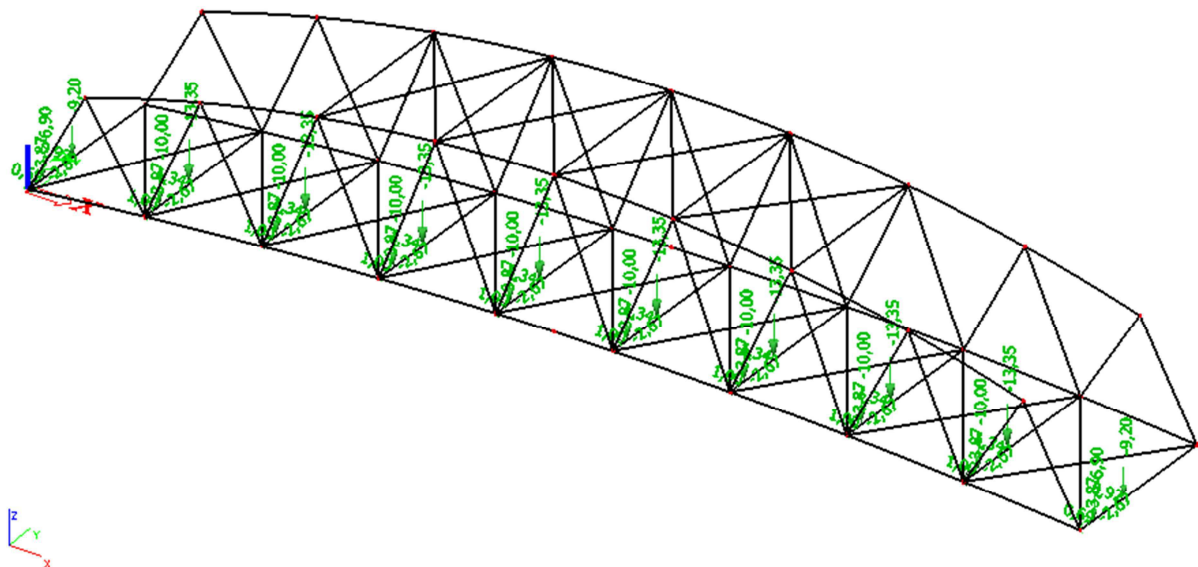
Příčnice P2-P9:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p = -1,0 \cdot 2,67 = -2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = -1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = -3,87 \text{ kNm}$$



1.4.3.13 ZS13 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení I.

Příčnick P1:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnick P2-P5:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnick P6-P9:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat3,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

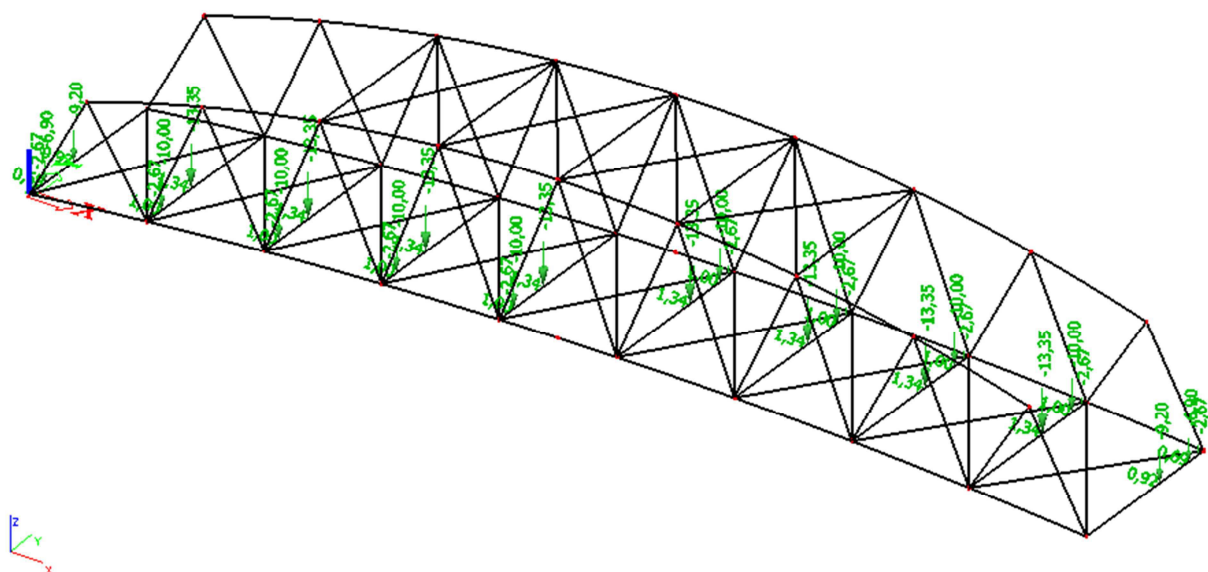
$$Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnick P10:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

**1.4.3.14 ZS14 – Chodci (-z), zábradlí (-y, +y)**

Příčnick P1:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = -2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = -1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = -3,87 \text{ kNm}$$

Příčnice P2-P5:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p = -1,0 \cdot 2,67 = -2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = -1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = -3,87 \text{ kNm}$$

Příčnice P6-P9:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat3,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

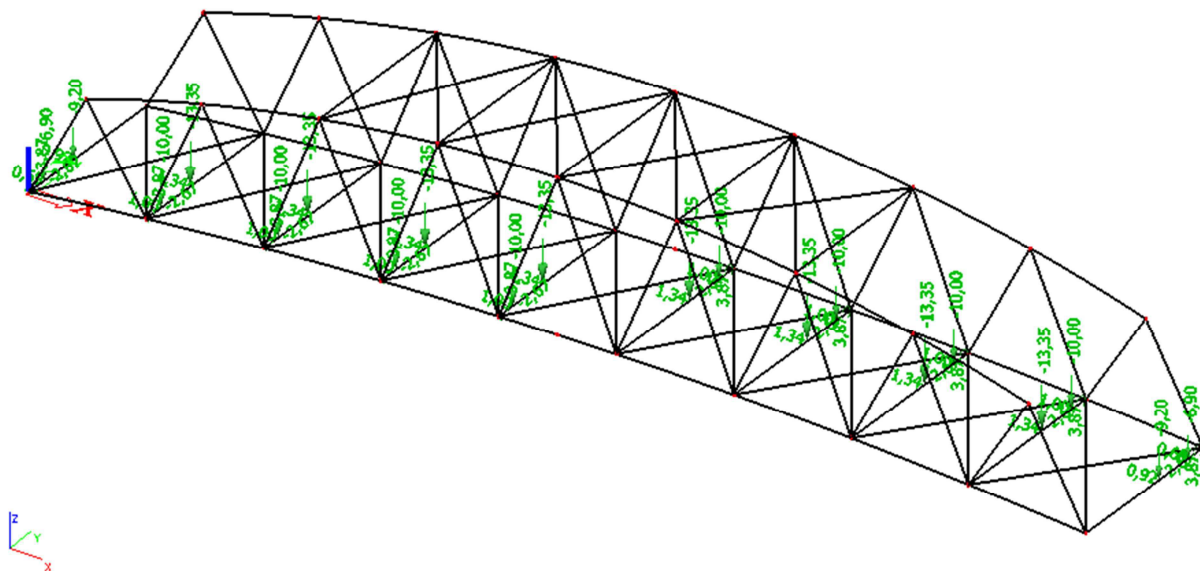
Příčnice P10:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

**1.4.3.15 ZS15 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení II.**

Příčnice P1:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P5:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{6k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnice P6-P9:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

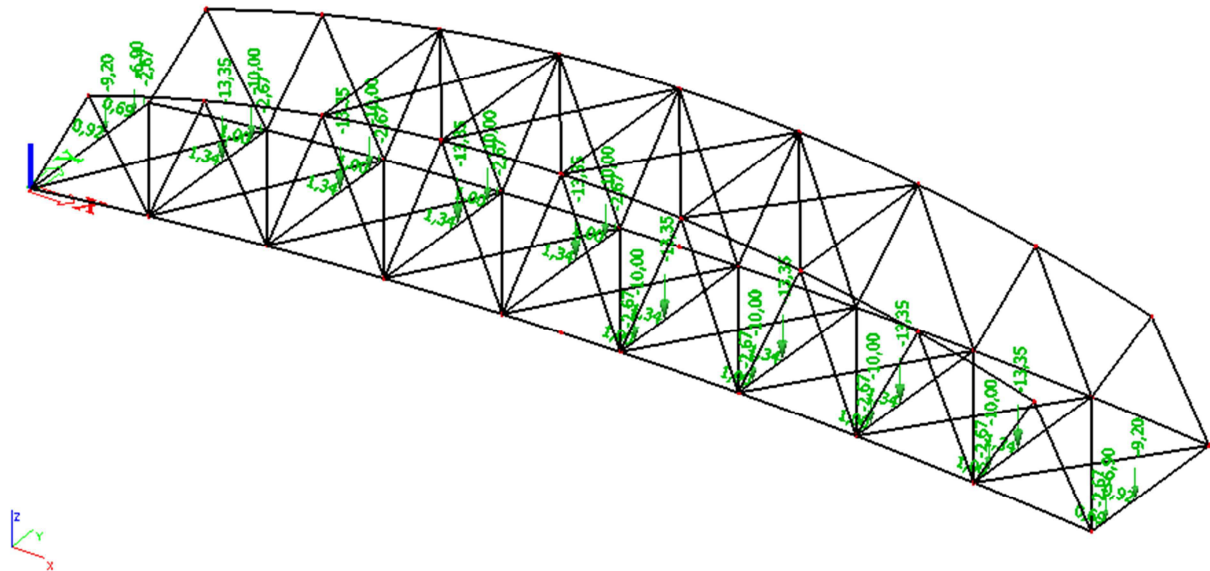
$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

Příčnick P10:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$



1.4.3.16 ZS16 Chodci (-z), zábradlí (-y, +y) – kroucení II.

Příčnick P1:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

Příčníky P2-P5:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 2,67 = 2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = 3,87 \text{ kNm}$$

Příčníky P6-P9:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2,67 = 13,35 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p = -1,0 \cdot 2,67 = -2,67 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = -q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = -1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = -3,87 \text{ kNm}$$

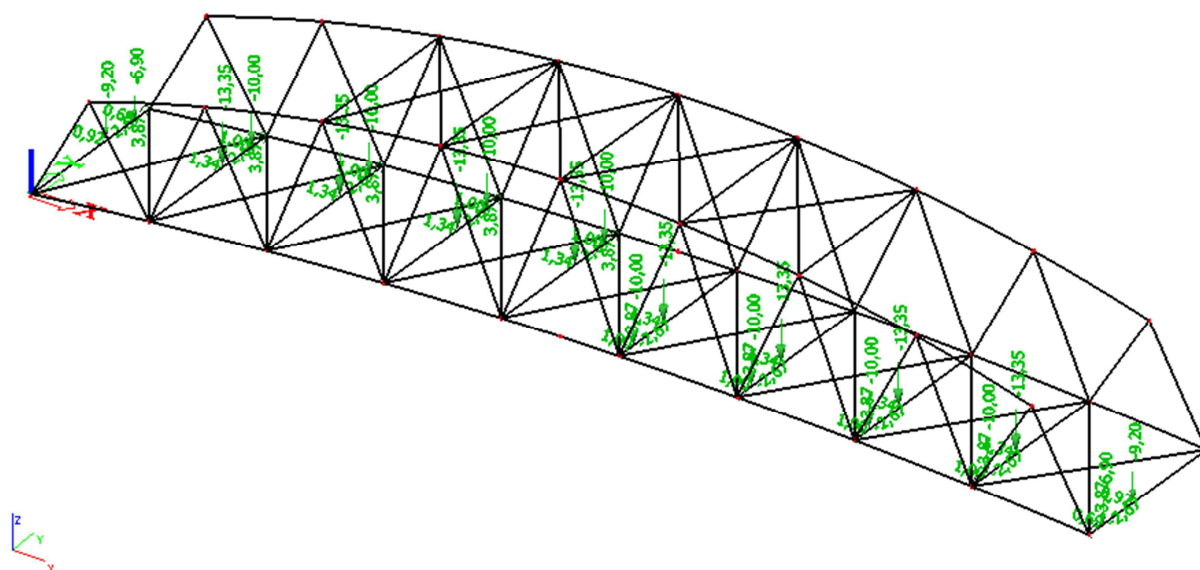
Příčnick P10:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,38 = 6,9 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 1,84 = 9,2 \text{ kN}$$

$$Q_{6yk} = -q_{2k} \cdot l_p = -1,0 \cdot 2,67 = -2,67 \text{ kN}$$

$$M_{6yk} = -q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = -1,0 \cdot 2,67 \cdot 1,45 = -3,87 \text{ kNm}$$



1.4.3.17 ZS17 Vítr (-z, +y)

Příčnice P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = 1,83 \cdot 1,38 = 2,53 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = 1,83 \cdot 1,84 = 3,37 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = 1,83 \cdot 2 = 3,66 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = 1,83 \cdot 2,67 = 4,89 \text{ kN}$$

Následující liniová zatížení působí ve směru osy y (kolmo na podélnou osu ocelové lávky):

Dolní pásy:

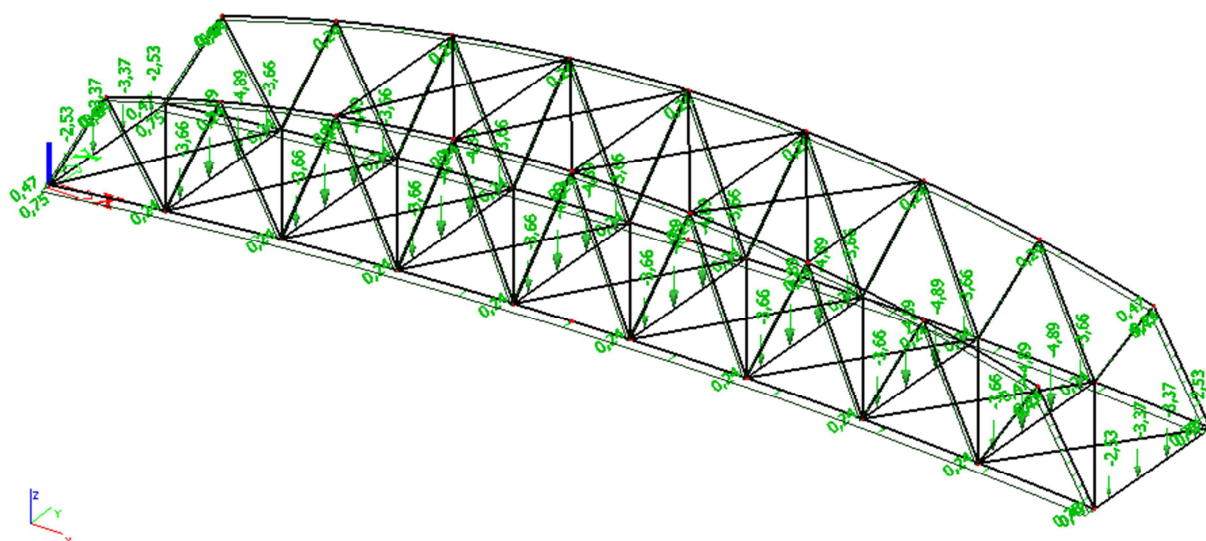
$$q_{1yk} = F_{w,x} = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

$$q_{2yk} = F_{w,x} = 0,47 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Diagonály:

$$q_{3yk} = F_{w,x} = 0,22 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



1.4.3.18 ZS18 Vítr (+z, +y)

Příčnický P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = -1,825 \cdot 1,38 = -2,52 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = -1,825 \cdot 1,84 = -3,36 \text{ kN}$$

Příčnický P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = -1,825 \cdot 2 = -3,65 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = -1,825 \cdot 2,67 = -4,87 \text{ kN}$$

Následující liniová zatížení působí ve směru osy y (kolmo na podélnou osu ocelové lávky):

Dolní pásy:

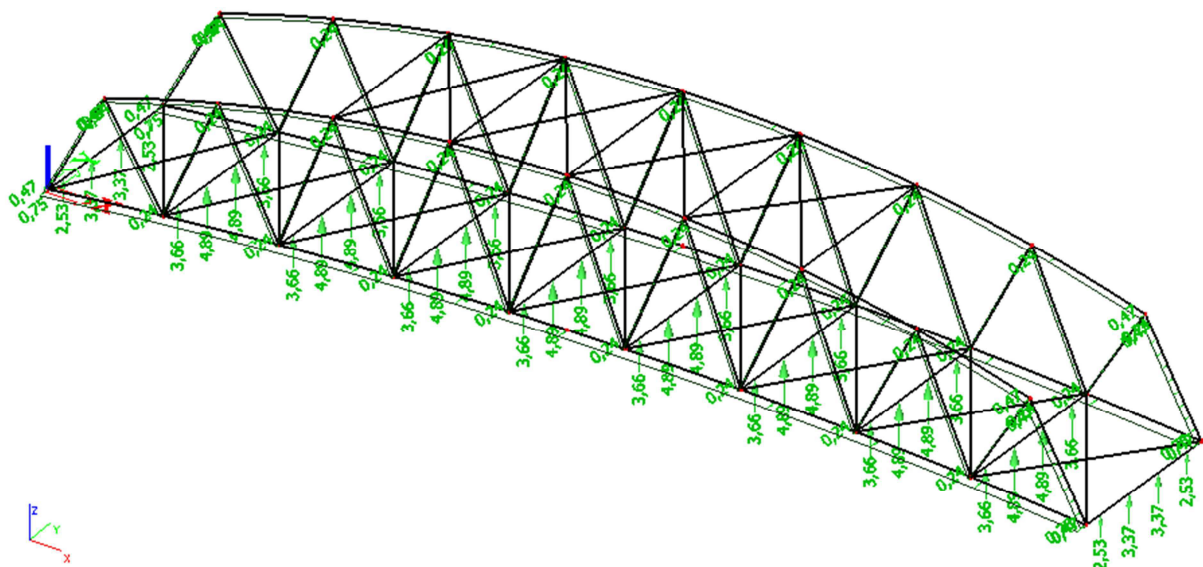
$$q_{1yk} = F_{w,x} = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

$$q_{2yk} = F_{w,x} = 0,47 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Diagonály:

$$q_{3yk} = F_{w,x} = 0,22 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**1.4.3.19 ZS19 Vítr (-z, +x)**

Příčnický P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = 1,83 \cdot 1,38 = 2,53 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = 1,83 \cdot 1,84 = 3,37 \text{ kN}$$

Příčnický P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = 1,83 \cdot 2 = 3,66 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = 1,83 \cdot 2,67 = 4,89 \text{ kN}$$

Následující liniová zatížení působí ve směru osy x (ve směru podélné osy ocelové lávky):

Dolní pásy:

$$q_{1xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

$$q_{2xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Diagonály:

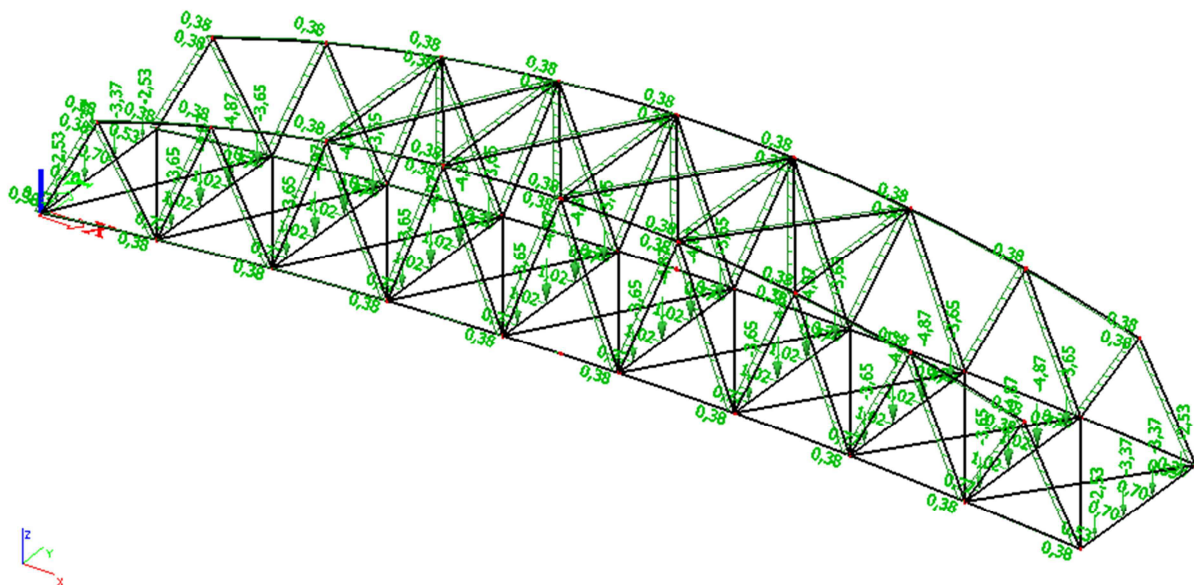
$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní příčníky:

$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Ztužení:

$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



1.4.3.20 ZS20 Vitr (+z, +x)

Příčníky P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = -1,825 \cdot 1,38 = -2,52 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = -1,825 \cdot 1,84 = -3,36 \text{ kN}$$

Příčníky P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = -1,825 \cdot 2 = -3,65 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = -1,825 \cdot 2,67 = -4,87 \text{ kN}$$

Následující liniová zatížení působí ve směru osy x (ve směru podélné osy ocelové lávky):

Dolní pásy:

$$q_{1k,x} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

$$q_{2k,x} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Diagonály:

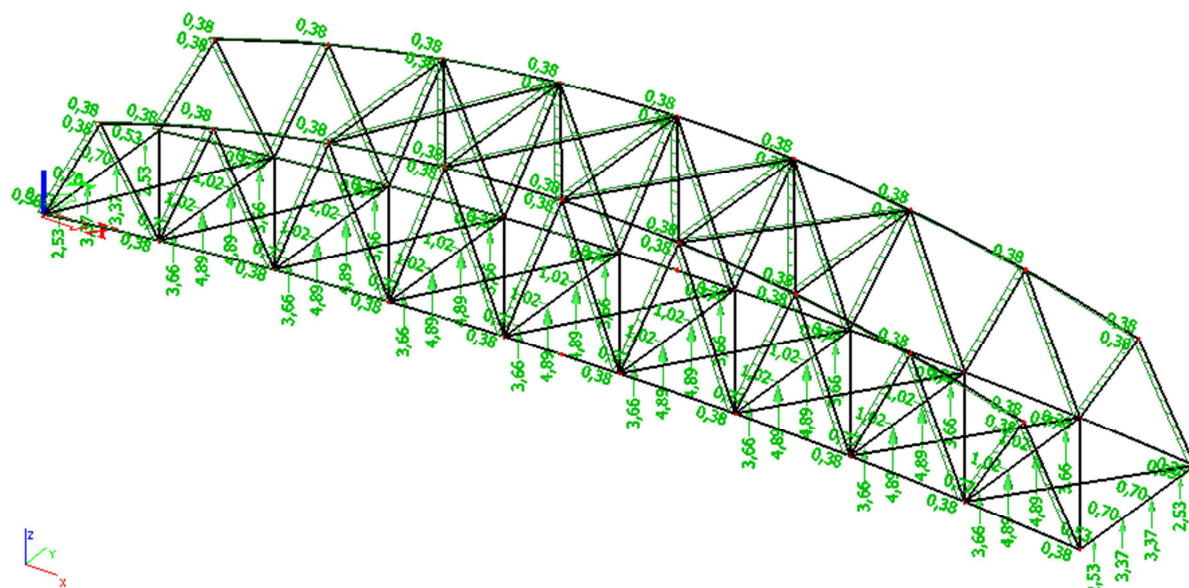
$$q_{3k,x} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní příčníky:

$$q_{3k,x} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Ztužení:

$$q_{3k,x} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



1.5 Kombinace

1.5.1 Přehled kombinací

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Student'ská verze *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze* *Student'ská verze*			
6.10	Obálka - únosnost	Vlastní tíha	1,35
		Ostatní stáží	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (protivodní)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (povodní)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení I	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení II	1,35
		Vítr směr (-z +y)	0,90
		Vítr směr (+z +y)	0,90
		Vítr směr (-z +x)	0,90
		Vítr směr (+z +x)	0,90
		Chodci (-z), zábradlí (+y)- podélná polovina (protivodní)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr centrum)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr městské lázně)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - podélná polovina (povodní)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - kroucení I	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - kroucení II	1,35

1.5.2 Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y)- podélná polovina (protivodní)*1,35
2	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný*1,35
3	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90
4	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)*1,35 +Vitr směr (-z+y)*0,90
5	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný*1,35
6	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr městské lázně)*1,35
7	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr centrum)*1,35
8	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný*1,35 +Vitr směr (-z+y)*0,90
9	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90
10	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90
11	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný*1,35
12	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr centrum)*1,35
13	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr centrum)*1,35
14	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90
15	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - podélná polovina (povodní)*1,35
16	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y)- podélná polovina (protivodní)*1,35
17	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (protivodní)*1,35
18	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr centrum)*1,35
19	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (povodní)*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90
20	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - podélná polovina (povodní)*1,35
21	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (protivodní)*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90
22	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - podélná polovina (povodní)*1,35
23	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35
24	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90
25	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr městské lázně)*1,35
26	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr centrum)*1,35
27	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90
28	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90
29	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35 +Vitr směr (-z+x)*0,90
30	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90
31	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90
32	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (-z+y)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr městské lázně)*1,35
33	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (povodní)*1,35
34	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr městské lázně)*1,35
35	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35 +Vitr směr (-z+y)*0,90
36	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný*1,35 +Vitr směr (+z+x)*0,90
37	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (povodní)*1,35 +Vitr směr (+z+y)*0,90
38	Vlastní tíha*1,35 +Ostatní stálá*1,35 +Chodci (-z), zábradlí (+y) - polovina (směr městské lázně)*1,35

1.6 Výsledky vnitřních sil

1.6.1 Dolní pásy

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : 6.10

Průřez : Dolní pásy - CFRHS260X180X8

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B24	6.10/1	0,000	-48,64	0,27	2,04	0,20	-3,17	-1,67
B24	6.10/2	12,020	547,80	0,61	0,01	0,00	5,56	-0,79
B1	6.10/3	21,369	98,30	-2,38	0,30	-0,90	1,28	2,18
B24	6.10/4	2,671	77,46	2,62	0,52	-0,44	2,03	1,44
B24	6.10/5	16,027	520,95	1,55	-7,28	0,13	0,06	1,70
B24	6.10/2	10,684	547,77	-0,29	7,01	0,01	0,87	-1,00
B1	6.10/6	10,684	338,24	-0,97	3,64	-6,57	1,82	1,67
B1	6.10/7	11,352	261,11	-0,38	2,62	6,53	1,75	0,04
B24	6.10/2	24,040	162,53	1,40	-5,40	0,40	-4,91	0,12
B24	6.10/8	12,020	541,61	0,78	0,01	0,01	5,57	-0,65
B24	6.10/9	0,000	232,74	1,76	5,89	-0,62	-4,42	-3,41
B1	6.10/6	0,000	208,53	-1,91	5,01	0,69	-3,23	3,60

1.6.2 Horní pásy

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : 6.10

Průřez : Horní pásy - CFRHS260X180X8

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B25	6.10/8	9,501	-514,15	-1,49	0,24	0,09	-1,08	1,31
B5	6.10/10	19,003	-28,89	-0,11	-0,73	-0,71	0,78	-0,47
B25	6.10/2	2,715	-421,30	-8,97	-13,87	4,93	8,60	6,37
B25	6.10/8	19,003	-425,84	8,31	14,09	-5,29	8,92	6,30
B25	6.10/8	10,859	-513,21	0,90	-18,35	-0,25	11,54	-0,39
B25	6.10/8	10,859	-513,87	-0,92	18,39	0,11	11,56	-0,33
B25	6.10/8	19,003	-288,80	1,66	-15,70	-7,36	12,07	2,46
B25	6.10/8	2,715	-290,31	-1,67	15,84	7,70	12,05	2,67
B25	6.10/2	0,679	-285,98	-2,65	1,08	7,33	-5,28	7,45
B25	6.10/2	5,429	-420,89	-7,83	15,57	4,52	10,92	-16,79
B5	6.10/9	5,429	-413,02	7,57	15,22	-5,48	11,04	14,20

1.6.3 Diagonály

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : 6.10

Průřez : Diagonály - CFRHS140X140X6

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B30	6.10/8	3,126	-159,53	-2,91	0,85	0,31	1,73	-9,55
B28	6.10/8	0,000	233,15	3,68	-0,74	-1,69	0,86	-2,82
B37	6.10/8	3,371	105,32	-5,91	-0,65	1,56	-0,69	-13,56
B36	6.10/2	3,371	104,53	6,21	-0,64	-1,44	-0,68	14,00
B13	6.10/9	3,027	158,70	3,91	-1,70	-2,04	-1,69	8,46
B30	6.10/9	0,000	-149,73	-1,76	1,66	0,24	-1,65	-1,86
B32	6.10/8	0,000	162,24	4,78	-0,79	-2,25	1,61	-4,49
B33	6.10/8	0,000	161,25	-4,46	-0,80	2,24	1,62	4,14
B9	6.10/9	2,555	227,26	2,71	-1,56	-1,40	-1,73	5,18
B11	6.10/9	3,126	-156,84	-1,80	1,31	0,19	1,93	-7,41
B34	6.10/2	3,425	-84,95	-5,75	0,40	0,95	1,18	-14,06
B36	6.10/8	3,371	105,85	6,21	-0,65	-1,52	-0,69	14,18

1.6.4 Dolní příčnický

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : 6.10

Průřez : Dolní příčnický - O (160; 6; 200; 6)

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B48	6.10/5	3,820	-48,35	-4,67	-54,57	-0,05	-9,31	-2,13
B44	6.10/11	0,000	42,62	4,00	21,51	-0,09	0,58	-2,80
B52	6.10/12	3,500	-12,76	-5,12	-35,61	0,10	2,14	-1,68
B45	6.10/6	0,000	-17,81	5,21	49,35	-0,07	-15,89	-2,73
B46	6.10/8	4,000	-32,71	-3,29	-58,27	-0,12	-23,11	-1,21
B52	6.10/9	0,000	-20,94	5,11	56,15	0,00	-16,25	-4,55
B45	6.10/1	0,000	-12,23	1,17	7,07	-0,40	1,10	-1,46
B52	6.10/1	0,000	-9,01	0,71	7,73	0,49	-0,32	-1,00
B48	6.10/4	4,000	-28,96	-3,40	-57,36	-0,05	-25,64	-2,06
B45	6.10/2	1,500	-24,16	2,19	22,41	-0,24	39,29	1,98
B52	6.10/13	4,000	-21,10	-5,12	-54,79	0,10	-15,50	-4,55
B44	6.10/14	2,500	-12,45	0,00	-0,22	0,00	31,28	3,45

1.6.5 Horní příčníky

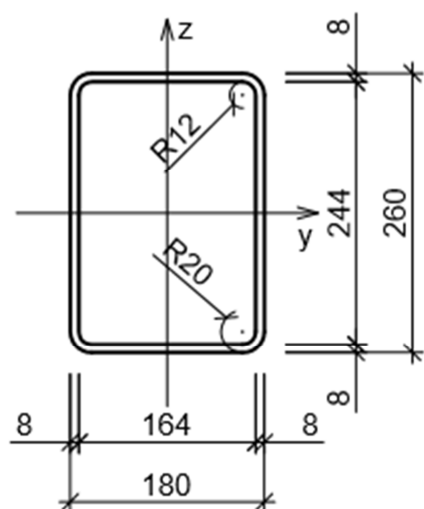
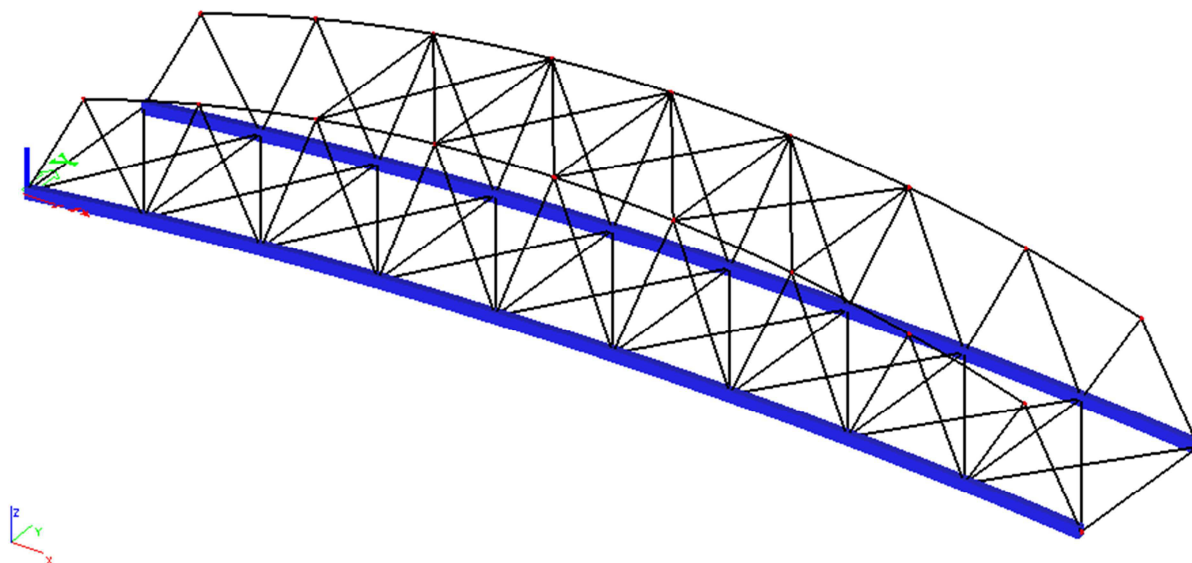
Výběr : Vše
Kombinace : 6.10
Průřez : Horní příčníky - CFRHS140X140X5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B72	6.10/6	0,000	-3,93	0,70	0,42	-0,02	-1,30	0,55
B73	6.10/9	0,000	45,66	0,69	0,55	0,00	-2,02	-0,80
B72	6.10/15	4,000	2,66	-0,94	-0,51	0,08	-1,01	-0,38
B72	6.10/16	0,000	2,65	0,94	0,51	-0,08	-1,02	-0,37
B72	6.10/11	4,000	1,77	0,19	-2,40	-0,09	-4,95	1,07
B75	6.10/17	0,000	25,52	-0,02	1,10	0,03	-2,25	0,21
B72	6.10/1	0,000	4,16	0,34	-0,91	-0,13	2,25	-0,42
B76	6.10/1	0,000	4,23	-0,19	-0,26	0,10	0,94	0,13
B72	6.10/2	4,000	1,00	0,19	-2,37	-0,09	-5,30	1,36
B72	6.10/18	0,000	7,69	0,18	-1,18	-0,07	3,07	-0,39
B76	6.10/5	4,000	2,28	-0,73	-0,71	0,03	-1,99	-1,50

1.6.6 Ztužení

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS
Výběr : Vše
Kombinace : 6.10
Průřez : Ztužení - CFRHS100X100X5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B55	6.10/11	0,000	-41,47	0,01	0,48	0,42	0,00	0,00
B54	6.10/2	4,810	69,92	-0,02	-0,43	-0,63	0,00	0,00
B83	6.10/19	2,417	-19,12	-0,47	-0,06	0,11	0,38	-0,30
B83	6.10/19	2,417	-20,48	0,47	0,06	0,11	0,38	-0,30
B77	6.10/15	4,834	-22,89	-0,30	-0,55	0,12	0,00	0,00
B77	6.10/15	0,000	-20,88	0,30	0,55	0,12	0,00	0,00
B54	6.10/8	0,000	41,05	0,02	0,45	-0,64	0,00	0,00
B71	6.10/8	0,000	23,02	0,01	0,44	0,64	0,00	0,00
B54	6.10/10	0,000	32,91	0,02	0,44	0,01	0,00	0,00
B77	6.10/20	2,417	-14,09	-0,40	0,06	0,07	0,73	-0,13
B84	6.10/21	2,417	-19,13	0,47	-0,06	-0,11	0,38	0,30

1.7 Posouzení MSÚ**1.7.1 Dolní pásy**

Průřezové charakteristiky:

$$A = 6,564 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 6,145 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 3,493 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,097 \text{ m}$$

$$i_z = 0,073 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 5,727 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 4,458 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 7,267 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,212 \cdot 10^{-7} \text{ m}^6$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{220}{8} = 27,5 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

1.7.1.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 547,8 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

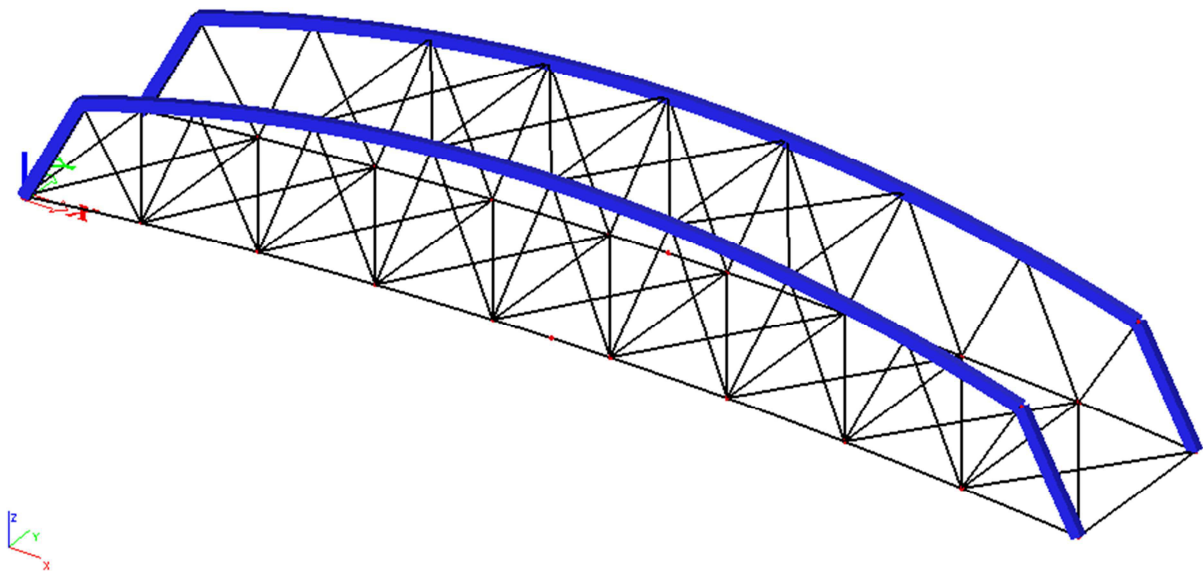
$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 2330,22 \text{ kN}$$

Posouzení:

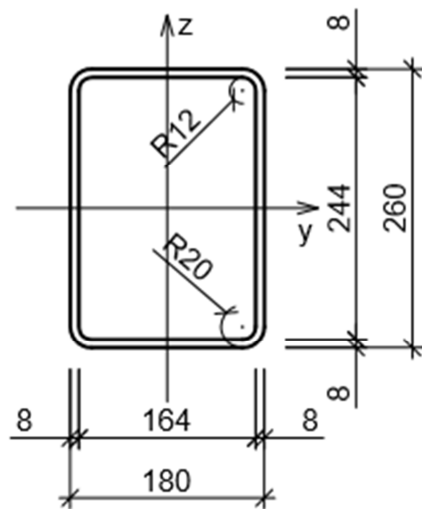
$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{547,8 \text{ kN}}{2330,2 \text{ kN}} \leq 1,0$$

0,24 < 1,0 => Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

1.7.2 Horní pásy

Průřezové charakteristiky:



$$A = 6,564 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 6,145 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 3,493 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,097 \text{ m}$$

$$i_z = 0,073 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 5,727 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 4,458 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 7,267 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,212 \cdot 10^{-7} \text{ m}^6$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{220}{8} = 27,5 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

1.7.2.1 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -514,15 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose y:

$$L_{cr,y} = 2,72 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 6,145 \cdot 10^{-5}}{2,72^2} = 17214,85 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{17214,85 \cdot 10^3}} = 0,37$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,37 - 0,2) + 0,37^2] = 0,61$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,37^2}} = 0,913$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,913 \cdot \frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 2127,49 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{514,15 \text{ kN}}{2127,49 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,24 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

1.7.2.2 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu):

$$N_{Ed} = -514,15 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose z:

$$L_{cr,z} = 2,72 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 3,493 \cdot 10^{-5}}{2,72^2} = 9785,43 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{9785,43 \cdot 10^3}} = 0,488$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,488 - 0,2) + 0,488^2] = 0,69$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{0,69 + \sqrt{0,69^2 - 0,435^2}} = 0,879$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,879 \cdot \frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 2048,26 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{514,15 \text{ kN}}{2048,26 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,25 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

1.7.2.3 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální vzpěrnou délku):

$$N_{Ed} = -420,89 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka b)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose y:

$$L_{cr,y} = 8,17 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 6,145 \cdot 10^{-5}}{8,17^2} = 1908,08 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1908,08 \cdot 10^3}} = 1,105$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,105 - 0,2) + 1,105^2] = 1,332$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{1,332 + \sqrt{1,332^2 - 1,105^2}} = 0,482$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,482 \cdot \frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1123,17 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{420,89 \text{ kN}}{1123,17 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,38 < 1,0 = >$ Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

1.7.2.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální vzpěrnou délku)

$$N_{Ed} = -420,89 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose z:

$$L_{cr,z} = 8,17 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 3,493 \cdot 10^{-5}}{8,17^2} = 1084,61 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1084,61 \cdot 10^3}} = 1,466$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,466 - 0,2) + 1,466^2] = 1,885$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,885 + \sqrt{1,885^2 - 1,466^2}} = 0,326$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,326 \cdot \frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 759,65 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{420,89 \text{ kN}}{759,65 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,55 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

1.7.2.5 Posouzení na ohyb a osový tlak

$$N_{Ed} = -420,89 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 10,98 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 16,79 \text{ kNm}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6 = 2330,22 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 5,727 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 203,31 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 4,458 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 158,26 \text{ kNm}$$

Součinitele ekvivalentního zatížení:

$$c_{my} = 0,9$$

$$c_{mz} = 0,9$$

Interakční součinitele:

$$k_{yy} = c_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$

$$= 0,9 \cdot \left(1 + (1,105 - 0,2) \cdot \frac{420,89 \cdot 10^3}{\frac{0,482 \cdot 2330,22 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 1,205 \leq 1,169$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,169 = 0,701$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot \left(1 + (\lambda_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$

$$= 0,9 \cdot \left(1 + (1,466 - 0,2) \cdot \frac{420,89 \cdot 10^3}{\frac{0,326 \cdot 2330,22 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 1,53 \leq 1,298$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,298 = 0,779$$

Podmínka 6.61:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{420,89 \cdot 10^3}{\frac{0,482 \cdot 2330,22 \cdot 10^3}{1,0}} + 1,169 \cdot \frac{10,98 \cdot 10^3}{\frac{1,0 \cdot 203,31 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,779 \cdot \frac{16,79 \cdot 10^3}{\frac{158,26 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

$$0,38 + 0,06 + 0,08 \leq 1,0$$

0,52 ≤ 1,0 => Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

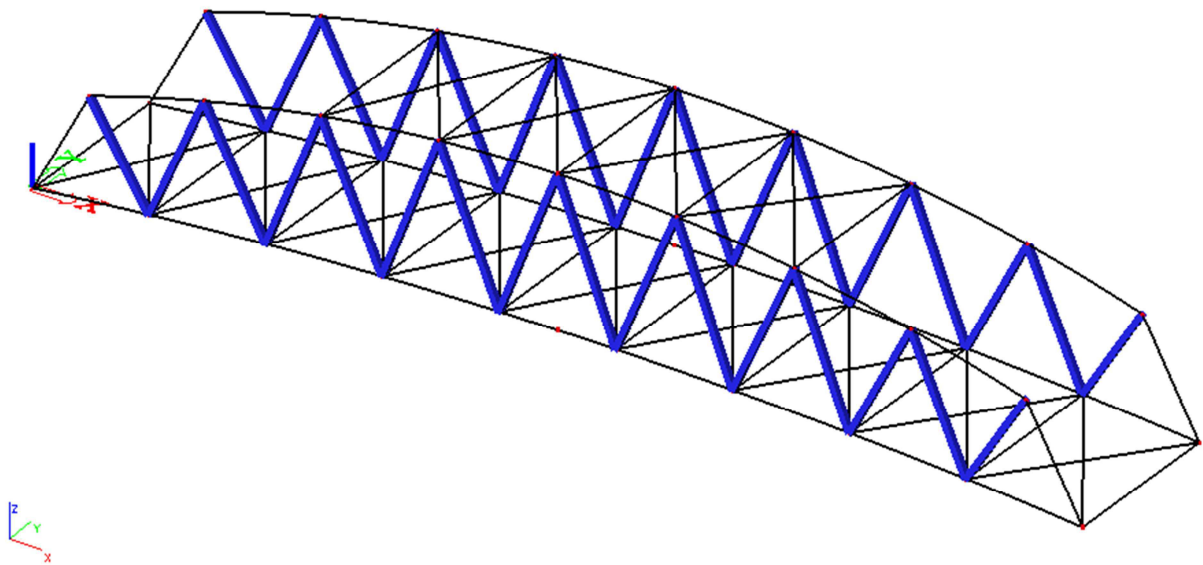
Podmínka 6.62:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

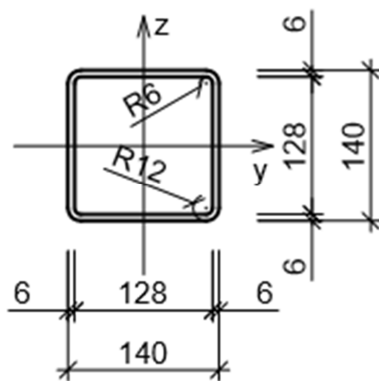
$$\frac{420,89 \cdot 10^3}{\frac{0,326 \cdot 2330,22 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,701 \cdot \frac{10,98 \cdot 10^3}{\frac{1,0 \cdot 203,31 \cdot 10^3}{1,0}} + 1,298 \cdot \frac{16,79 \cdot 10^3}{\frac{158,26 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

$$0,55 + 0,04 + 0,14 \leq 1,0$$

0,73 ≤ 1,0 => Vyhovuje pro profil RHS 260x180/8.

1.7.3 Diagonály

Průřezové charakteristiky:



$$A = 3,123 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 9,204 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 9,204 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,054 \text{ m}$$

$$i_z = 0,054 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 1,553 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,553 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 1,479 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_w = 2,689 \cdot 10^{-8} \text{ m}^6$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{116}{6} = 19,33 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

1.7.3.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 233,15 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,123 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1108,67 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{233,15 \text{ kN}}{1108,67 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,21 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro čtvercový profil RHS 140x140/6.

1.7.3.2 Posouzení na rovinný vzpěr (pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -159,53 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k oběma osám y a z:

$$L_{cr} = L_{cr,y} = L_{cr,z} = 3,13 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 9,204 \cdot 10^{-6}}{3,13^2} = 1947,18 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{3,123 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1947,18 \cdot 10^3}} = 0,755$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,755 - 0,2) + 0,755^2] = 0,921$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,921 + \sqrt{0,921^2 - 0,755^2}} = 0,69$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,69 \cdot \frac{3,123 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 764,98 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{159,53 \text{ kN}}{764,98 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,21 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro čtvercový profil RHS 140x140/6.

1.7.3.3 Posouzení na rovinný vzpěr (pro maximální vzpěrnou délku)

$$N_{Ed} = -44,08 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k oběma osám y a z:

$$L_{cr} = L_{cr,y} = L_{cr,z} = 3,66 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 9,204 \cdot 10^{-6}}{3,66^2} = 1424,08 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{3,123 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1424,08 \cdot 10^3}} = 0,882$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,882 - 0,2) + 0,882^2] = 1,056$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,056 + \sqrt{1,056^2 - 0,882^2}} = 0,611$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,611 \cdot \frac{3,123 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 677,39 \text{ kN}$$

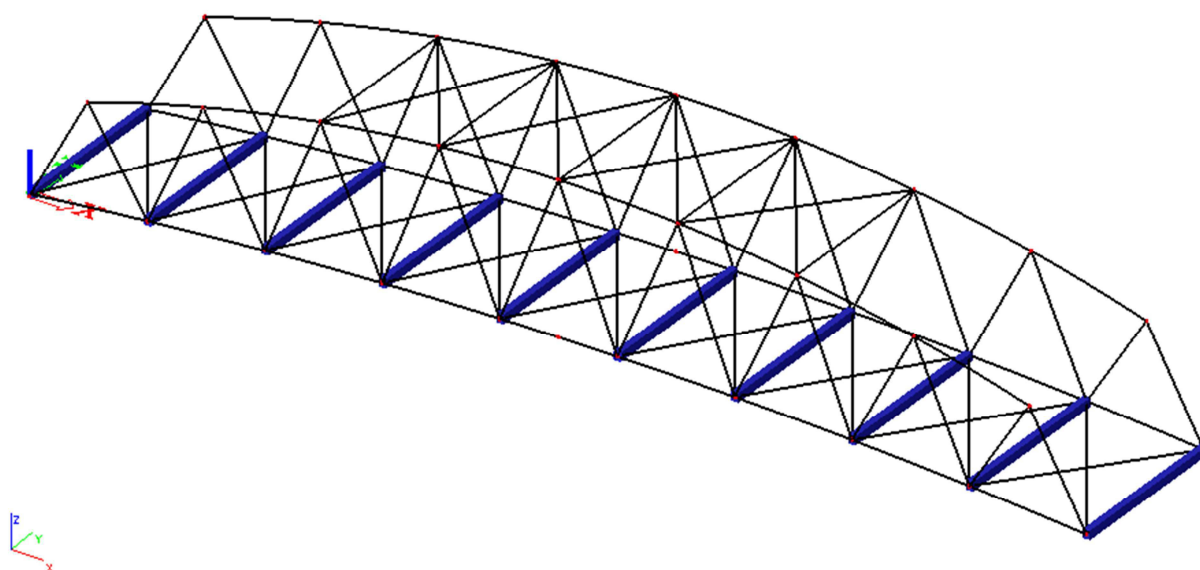
Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

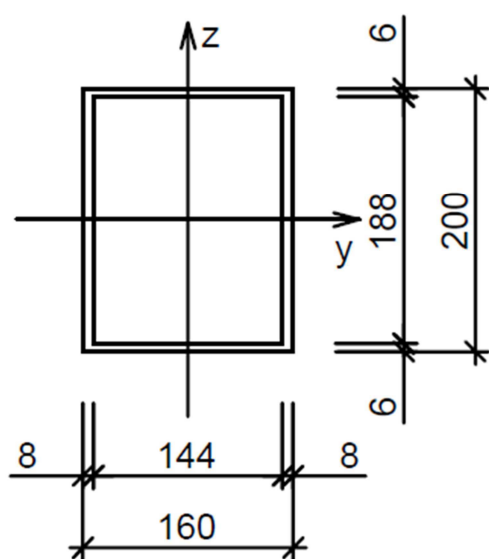
$$\frac{44,08 \text{ kN}}{677,39 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,07 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro čtvercový profil RHS 140x140/6.

1.7.4 Dolní příčnky



Průřezové charakteristiky:



$$\begin{aligned}
 A &= 4,176 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \\
 I_y &= 2,472 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\
 I_z &= 1,748 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\
 i_y &= 0,077 \text{ m} \\
 i_z &= 0,065 \text{ m} \\
 W_{pl,y} &= 2,923 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\
 W_{pl,z} &= 2,505 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\
 I_t &= 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4 \\
 I_w &= 1,139 \cdot 10^{-7} \text{ m}^6
 \end{aligned}$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{180}{6} = 30 < 33 \cdot \varepsilon = 38 \cdot 0,81 = 30,78 \Rightarrow \text{třída 2}$$

1.7.4.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)

$$M_{Ed} = 39,29 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,923 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 103,77 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{39,29 \text{ kN}}{103,77 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,38 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro obd. profil 200/8x160/6.

1.7.4.2 Posouzení na smyk

$$V_{Ed} = 58,27 \text{ kN}$$

Smyková plocha:

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,008 = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Návrhová únosnost ve smyku:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{3,2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}}}{1,0} = 655,87 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{58,27 \text{ kN}}{655,87 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,09 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro obd. profil 200/8x160/6.

1.7.4.3 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -48,35 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka b)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose y:

$$L_{cr,y} = 4 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 2,472 \cdot 10^{-5}}{4^2} = 3202,19 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{4,176 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{3202,19 \cdot 10^3}} = 0,68$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,68 - 0,2) + 0,68^2] = 0,849$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,849 + \sqrt{0,849^2 - 0,68^2}} = 0,737$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,737 \cdot \frac{4,176 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1482,48 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{48,35 \text{ kN}}{1482,48 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro obd. profil 200/8x160/6.

1.7.4.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -48,35 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose z:

$$L_{cr,z} = 4 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,748 \cdot 10^{-5}}{4^2} = 2264,33 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{4,176 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{2264,33 \cdot 10^3}} = 0,809$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,809 - 0,2) + 0,809^2] = 0,977$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{0,977 + \sqrt{0,977^2 - 0,809^2}} = 0,656$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,656 \cdot \frac{1,748 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 407,07 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{48,35 \text{ kN}}{407,07 \text{ kN}} \leq 1,0$$

0,12 < 1,0 => Vyhovuje pro obd. profil 200/8x160/6.

1.7.4.5 Posouzení na ohyb a osový tlak

$$N_{Ed} = -24,16 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 39,29 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 1,98 \text{ kNm}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 4,176 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6 = 1482,48 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 2,923 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 103,77 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 2,505 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 88,93 \text{ kNm}$$

Součinitele ekvivalentního zatížení:

$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = \frac{-19950}{39290} = -0,508$$

$$\psi = \frac{-15900}{-19950} = 0,797$$

$$c_{my} = 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_h = 0,9 + 0,1 \cdot (-0,508) = 0,849$$

$$\alpha_s = \frac{M_s}{M_h} = \frac{2900}{-3040} = -0,954$$

$$\psi = \frac{-2810}{-3040} = 0,924$$

$$c_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot \alpha_s = 0,1 - 0,8 \cdot (-0,954) = 0,863$$

Interakční součinitele:

$$k_{yy} = c_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$

$$= 0,849 \cdot \left(1 + (0,849 - 0,2) \cdot \frac{24,16 \cdot 10^3}{\frac{0,757 \cdot 1482,48 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 0,861$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,861 = 0,517$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot \left(1 + (\lambda_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$

$$= 0,863 \cdot \left(1 + (0,809 - 0,2) \cdot \frac{24,16 \cdot 10^3}{\frac{0,656 \cdot 1482,48 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 0,876$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,876 = 0,526$$

Podmínka 6.61:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,16 \cdot 10^3}{\frac{0,757 \cdot 1482,48 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,861 \cdot \frac{39,29 \cdot 10^3}{\frac{1,0 \cdot 103,77 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,526 \cdot \frac{1,98 \cdot 10^3}{\frac{88,93 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

$$0,02 + 0,33 + 0,01 \leq 1,0$$

$0,36 \leq 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro obd. profil 200/8x160/6.

Podmínka 6.62:

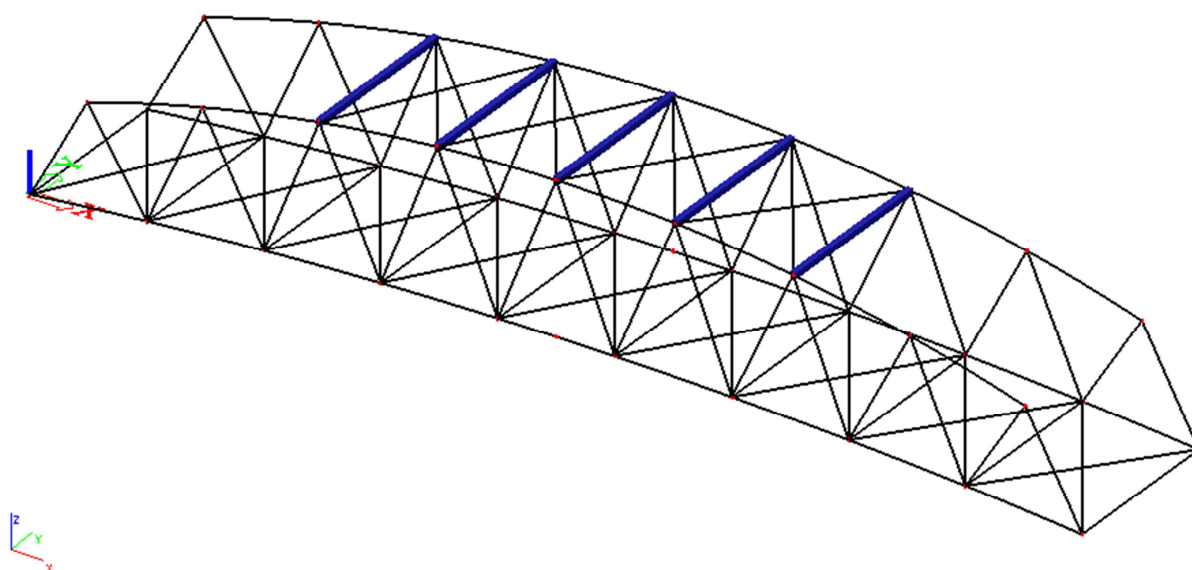
$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,16 \cdot 10^3}{\frac{0,656 \cdot 1482,48 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,571 \cdot \frac{39,29 \cdot 10^3}{\frac{1,0 \cdot 103,77 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,876 \cdot \frac{1,98 \cdot 10^3}{\frac{88,93 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

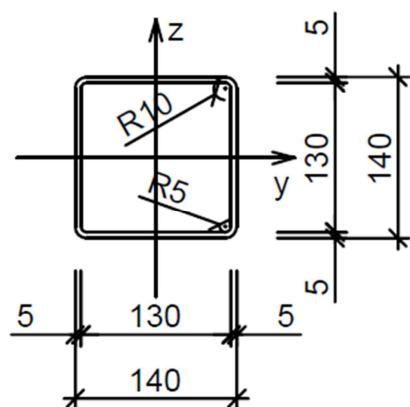
$$0,03 + 0,22 + 0,02 \leq 1,0$$

$0,27 \leq 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro obd. profil 200/8x160/6.

1.7.5 Horní příčníky



Průřezové charakteristiky:



$$A = 2,636 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 7,906 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 7,906 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,055 \text{ m}$$

$$i_z = 0,055 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 1,323 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,323 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 1,256 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_w = 2,241 \cdot 10^{-8} \text{ m}^6$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{120}{5} = 24 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

1.7.5.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 45,66 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

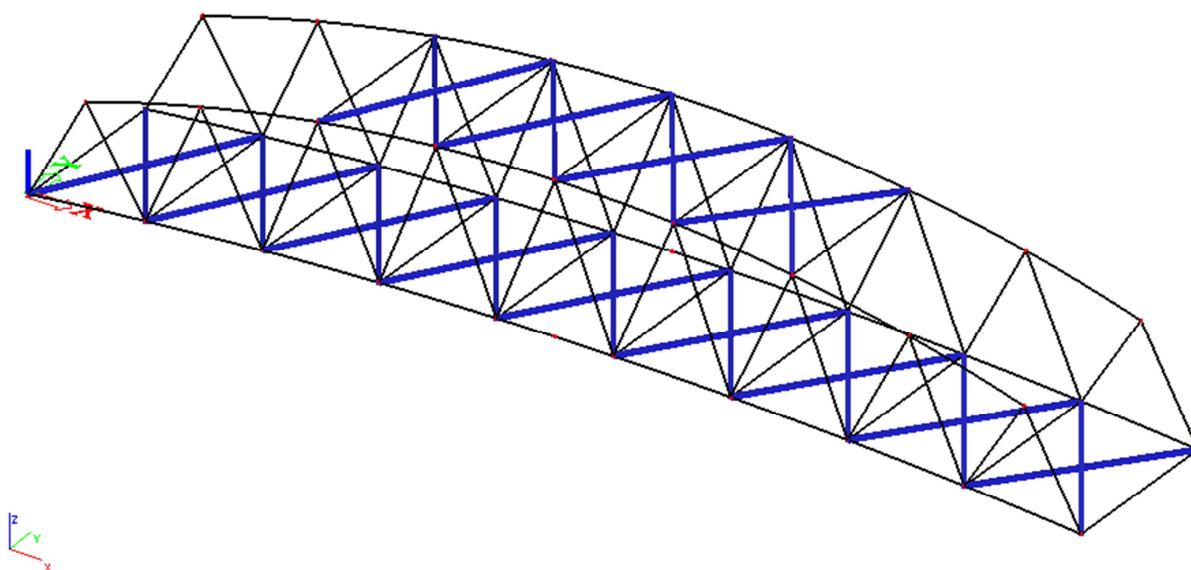
$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,636 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 935,78 \text{ kN}$$

Posouzení:

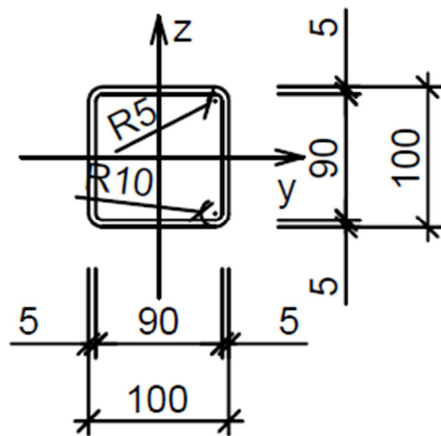
$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{45,66 \text{ kN}}{935,78 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,05 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil RHS 140x140/5.

1.7.6 Ztužení

Průřezové charakteristiky:



$$A = 1,836 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 2,711 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 2,711 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,038 \text{ m}$$

$$i_z = 0,038 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 6,459 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 6,459 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 4,405 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_w = 4,167 \cdot 10^{-9} \text{ m}^6$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{80}{5} = 16 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

1.7.6.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 69,92 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,836 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 651,78 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{69,92 \text{ kN}}{651,78 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$$0,11 < 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje pro profil RHS 100x100/5.}$$

1.7.6.2 Posouzení na rovinný vzpěr

$$N_{Ed} = -41,47 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k oběma osám y a z:

$$L_{cr} = L_{cr,y} = L_{cr,z} = 4,81 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 2,711 \cdot 10^{-6}}{4,81^2} = 242,86 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,836 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{242,86 \cdot 10^3}} = 1,638$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,638 - 0,2) + 1,638^2] = 2,194$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{2,194 + \sqrt{2,194^2 - 1,638^2}} = 0,252$$

Návrhová únosnost:

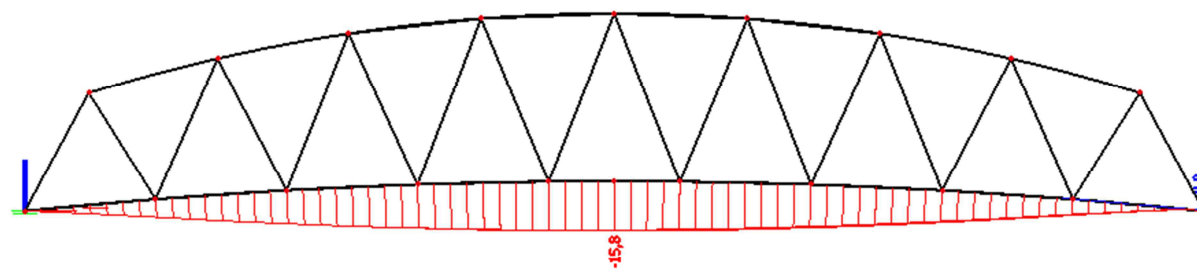
$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,252 \cdot \frac{1,836 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 164,25 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{41,47 \text{ kN}}{164,25 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,25 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil RHS 100x100/5.

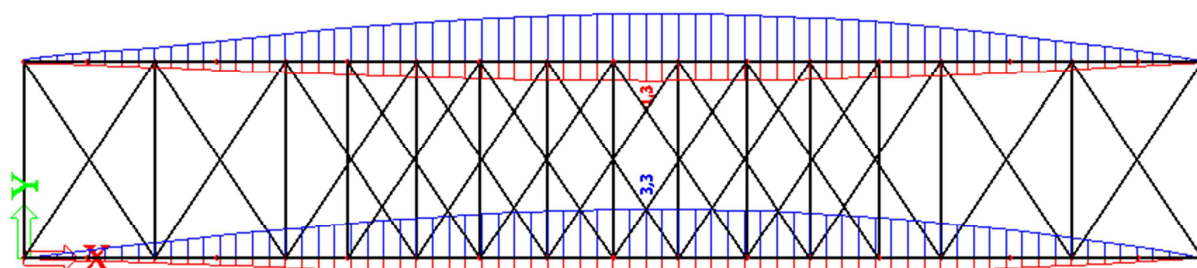
1.8 Posouzení MSP**1.8.1 Svislý průhyb mostovky**

$$\delta_z = 15,8 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96 \text{ mm}$$

$$\delta_z \leq \delta_{lim}$$

$$15,8 \text{ mm} < 96 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

1.8.2 Vodorovná deformace mostovky

$$\delta_y = 15,8 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96 \text{ mm}$$

$$\delta_y \leq \delta_{lim}$$

$$3,3 \text{ mm} < 96 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

1.9 Dynamická odezva konstrukce

1.9.1 Kombinace hmot

Hmoty byly automaticky přepočítány ze zadaného zatížení v jednotlivých zatěžovacích stavech (mimo zatěžovací stavy obsahující účinky větru a mimo zatěžovací stavy obsahující vodorovné účinky chodců na zábradlí). Umístění hmot odpovídá umístění zatížení v jednotlivých zatěžovacích stavech.

Přehled kombinací hmot:

$$CM1 = ZS1 + ZS2 + ZS3$$

$$CM2 = ZS1 + ZS2 + ZS5$$

$$CM3 = ZS1 + ZS2 + ZS7$$

$$CM4 = ZS1 + ZS2 + ZS9$$

$$CM5 = ZS1 + ZS2 + ZS11$$

$$CM6 = ZS1 + ZS2 + ZS13$$

$$CM7 = ZS1 + ZS2 + ZS15$$

1.9.2 Výsledky vlastních frekvencí

Vlastní frekvence

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM1				
1	4,48	28,14	791,94	0,22
2	5,06	31,81	1011,74	0,20
3	7,04	44,24	1957,31	0,14
4	7,42	46,61	2172,47	0,13
5	7,72	48,50	2352,47	0,13
6	8,75	54,95	3019,13	0,11
7	9,15	57,47	3302,64	0,11
8	9,74	61,18	3742,42	0,10
9	9,79	61,49	3781,09	0,10
10	9,91	62,25	3875,48	0,10
11	10,07	63,26	4001,55	0,10
12	10,25	64,40	4147,93	0,10
Kombinace hmot : CM2				
1	4,64	29,17	851,01	0,22
2	5,32	33,44	1118,40	0,19
3	6,98	43,86	1923,60	0,14
4	7,35	46,19	2133,92	0,14
5	8,18	51,39	2640,93	0,12
6	8,76	55,05	3030,19	0,11
7	8,80	55,27	3054,36	0,11
8	9,04	56,81	3227,74	0,11
9	9,25	58,11	3376,98	0,11
10	9,47	59,51	3541,94	0,11
11	9,83	61,76	3814,55	0,10
12	10,33	64,88	4209,04	0,10
Kombinace hmot : CM3				
1	4,73	29,73	883,85	0,21
2	5,45	34,23	1171,45	0,18
3	7,11	44,64	1992,80	0,14
4	7,56	47,51	2257,48	0,13
5	8,74	54,89	3013,21	0,11
6	8,77	55,09	3034,37	0,11
7	8,93	56,10	3147,00	0,11
8	9,10	57,19	3270,91	0,11
9	9,28	58,30	3399,33	0,11
10	9,48	59,57	3548,87	0,11
11	9,94	62,47	3902,52	0,10
12	10,54	66,22	4385,38	0,09

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM4				
1	4,69	29,49	869,53	0,21
2	5,68	35,67	1272,28	0,18
3	7,68	48,26	2329,39	0,13
4	8,26	51,92	2695,23	0,12
5	8,55	53,69	2882,56	0,12
6	9,78	61,47	3778,15	0,10
7	10,31	64,80	4199,04	0,10
8	10,99	69,08	4771,72	0,09
9	11,07	69,55	4836,72	0,09
10	11,20	70,40	4955,97	0,09
11	11,38	71,52	5114,88	0,09
12	11,58	72,77	5295,29	0,09
Kombinace hmot : CM5				
1	4,69	29,48	869,19	0,21
2	5,68	35,67	1272,66	0,18
3	7,68	48,27	2329,83	0,13
4	8,26	51,91	2694,48	0,12
5	8,55	53,69	2882,73	0,12
6	9,78	61,46	3777,31	0,10
7	10,31	64,79	4197,70	0,10
8	10,99	69,08	4771,59	0,09
9	11,07	69,55	4836,70	0,09
10	11,20	70,40	4955,98	0,09
11	11,38	71,52	5114,83	0,09
12	11,58	72,77	5295,38	0,09

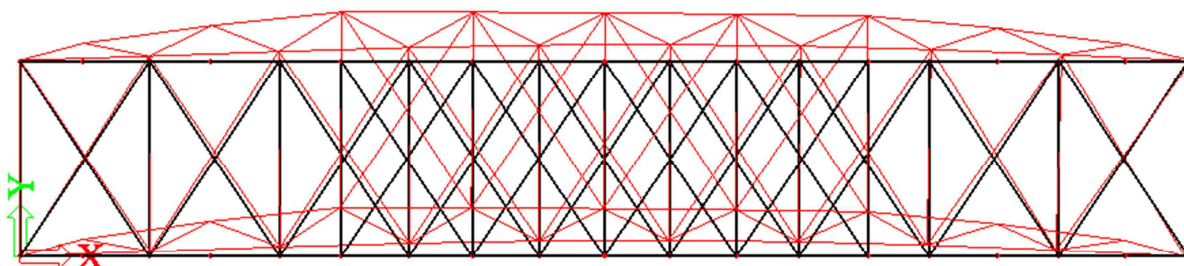
N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM6				
1	4,70	29,56	873,69	0,21
2	5,73	36,02	1297,35	0,17
3	7,62	47,85	2290,05	0,13
4	8,26	51,89	2692,27	0,12
5	8,54	53,67	2880,53	0,12
6	9,57	60,11	3612,72	0,10
7	10,29	64,63	4176,41	0,10
8	10,99	69,05	4768,45	0,09
9	11,08	69,59	4843,36	0,09
10	11,20	70,38	4953,83	0,09
11	11,38	71,53	5116,15	0,09
12	11,48	72,10	5198,18	0,09
Kombinace hmot : CM7				
1	4,70	29,56	873,77	0,21
2	5,73	36,02	1297,20	0,17
3	7,61	47,84	2289,13	0,13
4	8,26	51,89	2692,75	0,12
5	8,54	53,67	2880,77	0,12
6	9,57	60,11	3613,65	0,10
7	10,29	64,64	4178,09	0,10
8	10,99	69,06	4769,13	0,09
9	11,08	69,59	4843,24	0,09
10	11,20	70,38	4953,71	0,09
11	11,38	71,52	5115,80	0,09
12	11,48	72,10	5198,35	0,09

1.9.3 Zhodnocení výsledků vlastních frekvencí

Z hlediska výsledků vlastních frekvencí je nejhorší kombinací hmot kombinace CM1, kdy se po ocelové lávce pohybují chodci po celé ploše mostovky. Pokud je některá vlastní frekvence svislého kmitání lávky v oblasti 1 Hz až 5 Hz a/nebo vlastní frekvence vodorovného kmitání nosné konstrukce je v oblasti 0,5 Hz až 2,5 Hz, je třeba provést podrobnou analýzu dynamického chování lávky. U této varianty konstrukce ocelové lávky se vždy podařilo dostat se s vlastními frekvencemi mimo tyto meze.

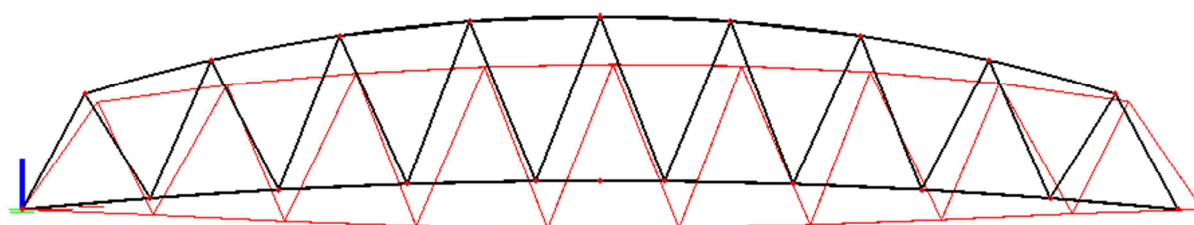
- a) První vlastní tvar (CM1) ve vodorovném směru

$$f_{1,y} = 4,48 \text{ Hz}$$



- b) První vlastní tvar (CM1) ve svislém směru

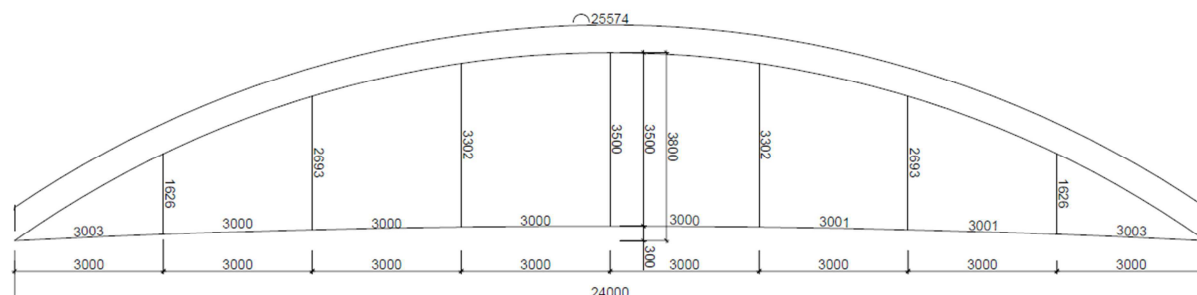
$$f_{1,z} = 5,06 \text{ Hz}$$



2. Varianta B

2.1 Technické řešení

Jedná se o nekrytou ocelovou lávku pro pěší a cyklistickou dopravu, která přemostňuje řeku Svitavu v obci Blansko. Ocelová lávka umožňuje přístup z ulice Poříčí k místnímu Aquaparku a k němu přilehlé cyklostezce. Hlavním materiálem ocelové lávky je ocel S355. Hlavními nosnými prvky je dvojice obloukových nosníků. Rozpětí lávky je 24,00 m.



2.1.1 Hlavní obloukové nosníky

Obloukové nosníky jsou svislé, jejich délka je 24,00 m a výška je 3,80 m. Osová vzdálenost obloukových nosníků je 4,00m. Dolní pás obloukového nosníku je obloukový ve tvaru kružnice o poloměru 240,15 m a jeho celková délka je 24,01 m. Průřez dolního pásu je ze svařovaného I profilu jehož výška je 250 mm, šířka pásnic je 180 mm, tloušťka pásnic je 10 mm a tloušťka stojiny je 8 mm. Horní pás obloukového nosníku je ve tvaru kružnice o poloměru 20,85 a jeho celková délka je 25,57 m. Průřez horního pásu je svařovaný, obdélníkový o výšce 300 mm, šířce 180 mm a tloušťce stěn 10 mm. Dolní pásy jsou na horní pásy zavěšeny svislými závěsy. Závěsy jsou z kruhových tyčí o průměru 22 mm.

2.1.2 Dolní příčnícíky

Dolní příčníky jsou připojeny k dolním pásům obloukových nosníků. Připojení je provedeno v osminách délky dolního pásu. Dolní příčníky jsou přímé a jejich délka je 4,00 m. Průřez dolních příčníků je ze svařovaného I profilu, jehož výška je 250 mm, šířka pásnice je 180 mm, tloušťka pásnic i stojiny je 10 mm.

2.1.3 Horní příčnÍky

Horní příčníky jsou připojeny k horním pásům obloukových nosníků. Příčníky jsou vloženy pouze ve vnitřní čtvrtině oblouků. Horní příčníky jsou přímé a jejich délka je 4,00 m. Průřez horních příčníků je z RHS profilu, který je vysoký 120 mm, široký 120 mm a tloušťka jeho stěn je 5 mm.

2.1.4 Ztužení

Hlavní nosníky jsou vzájemně propojeny pomocí horních a dolních příčniců. Do rovin dolních a horních pásů hlavních nosníků jsou dále ve vodorovném směru připojeny pruty, které zde společně s příčnicí tvoří vodorovné ztužení ocelové lávky. Vložené ztužující pruty jsou z CHS profilu o průměru 89 mm a tloušťce stěny 5 mm.

2.1.5 Mostovka

Mostovka je provedena z dřevěných mostin, které jsou uloženy na ocelové podélníky. Mostiny jsou vyrobeny z rostlého dubového dřeva a jejich délka je 3,50 m. Průřez mostiny je čtvercový o výšce 100 mm a šířce 100 mm. Ocelové podélníky jsou uloženy na dolní příčníky. Ocelové podélníky jsou z profilů IPE 140 a jejich tvar kopíruje průběh dolního pásu hlavního nosníku.

2.1.6 Uložení ocelové lávky

Celá konstrukce ocelové lávky je uložena na čtveřici elastomerových ložisek. Tato ložiska jsou uložena na železobetonových opěrách. V místě uložení ocelové lávky je provedeno zesílený podporový styčník.

2.1.7 Směrové a výškové řešení

Niveleta komunikace pro pěší a cyklistickou dopravu, kterou převádí ocelová lávka je směrově vedena v přímé. Výškové řešení je ve tvaru kružnicového oblouku o poloměru 240,15 m. Maximální podélný sklon je 4,4 %.

2.1.8 Průchozí prostor

Na ocelové lávce je v celé její délce zachován průchozí prostor pro pěší a cyklistickou dopravu v šířce 3,50 m a výšce 2,80 m. Před ocelovou lávkou je provedeno zabezpečení proti vjetí vozidla na konstrukci ocelové lávky.

2.1.9 Odvodnění mostovky

Mostovka je v podélném z dřevěných mostin mezi nimiž je mezera 0,5 mm. Mostiny nemají žádný příčný sklon. Podélně jsou ukloněny v závislosti na poloze mostiny, jelikož podélný sklon je po délce ocelové lávky proměnný. Odvodnění je realizováno již samotným rozmístění mostnic a mezerou mezi nimi.

2.1.10 Ocelové zábradlí

Na obou stranách průchozího prostoru je ocelové zábradlí se svislou výplní. Zábradlí je výšky 1,10 m.

2.1.11 Materiály lávky pro pěší

Mostiny jsou vyrobeny z dubového dřeva pevnostní třídy D50. Nosné prvky ocelové konstrukce lávky jsou vyrobeny z oceli pevnostní třídy S355.

Dřevo D50

Objemová tíha:

$$\gamma_m = 8,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^3$$

Pevnost v ohybu:

$$f_{m,k} = 50,0 \text{ MPa}$$

Pevnost ve smyku:

$$f_{v,k} = 4,5 \text{ MPa}$$

Ocel S355

Objemová tíha:

$$\gamma_m = 78,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

Mez kluzu:

$$f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$$

Pevnost pevnosti:

$$f_{v,k} = 490 \text{ MPa}$$

2.2. Zatížení

2.2.1 Stálá zatížení

2.2.1.1 Vlastní tíha

Jedná se o vlastní tíhu hlavní nosné konstrukce. Toto zatížení je automaticky počítáno výpočetním softwarem.

2.2.1.2 Ostatní stálá

Jako ostatní stálá zatížení jsou uvažovány:

- a) Dřevěné mostnice – jsou uloženy na ocelové podélníky a jsou obdélníkového průřezu šířky $b_m = 0,1 \text{ m}$ a tloušťky $h_m = 0,08 \text{ m}$. Mostnice jsou délky $l_m = 3,5 \text{ m}$ a jsou z dubového dřeva pevnostní třídy C60 a objemové tíhy $\gamma_m = 8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$g_{1k} = h_m \cdot \gamma_m = 0,08 \cdot 8 \cdot 10^3 = 0,64 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- b) Ocelové podélníky – jsou uloženy na příčníky a jsou z profilu IPE 140. Podélníky jsou z oceli třídy S355 a objemové tíhy $\gamma_m = 78,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$g_{2k} = A_{pod} \cdot \gamma_o = 1,64 \cdot 10^{-3} \cdot 78,5 \cdot 10^3 = 0,13 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- c) Ocelové zábradlí – je kotveno k hlavní nosné konstrukci a hmotnosti $h_z = 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$.

$$g_{3k} = 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

2.2.2 Proměnná zatížení

2.2.2.1 Chodci – rovnoměrné zatížení

Zatížení je stanoveno dle ČSN EN 1991-2 – část 5 Zatížení chodníků, cyklistických stezek a lávek pro chodce.

$$q_{1k} = q_{fk} = 5,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_{2k} = q_{2yk} = 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

2.2.2.2 Soustředné zatížení

Zatížení je stanoveno dle ČSN EN 1991-2 – část 5 Zatížení chodníků, cyklistických stezek a lávek pro chodce. Soustředné zatížení působí na čtvercové ploše o straně 0,1 m.

$$Q_{1k} = Q_{f_{wk}} = 2,0 \text{ kN}$$

2.2.2.3 Klimatické zatížení větrem

Zatížení počítáno dle ČSN EN 1991-1-4 – část 8 Zatížení mostů větrem. Lávka se nachází 4,6 m nad terénem a spadá do větrné oblasti III. Kategorie okolního terénu je III.

2.2.2.3.1 Výpočet účinků větru působících na mostovku

Výchozí základní rychlost větru:

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Referenční výška:

$$z = h = 4,3 \text{ m}$$

Parametry drsnosti terénu:

$$z_0 = 0,3$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

Součinitel směru větru:

$$c_{dir} = 1,0$$

Součinitel ročního období:

$$c_{season} = 1,0$$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti:

$$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{h}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left(\frac{4,3}{0,3} \right) = 0,573$$

Součinitel expozice:

$$c_0(z) = 1,0$$

$$k_I = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,573 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 15,758 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \left(\frac{4,3}{0,3} \right)} = 0,376$$

Měrná hmotnost vzduchu:

$$\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Dynamický tlak:

$$\begin{aligned} q_p(z) &= [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = \\ &= [1 + 7 \cdot 0,376] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 15,758^2 = 0,564 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \end{aligned}$$

Součinitel síly:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{4,0}{1,0} = 4,0 \Rightarrow c_{f,x,0} = 1,3$$

Základní dynamický tlak:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 0,473 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Součinitel expozice:

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,564}{0,473} = 1,192$$

Síly působící na mostovku:

a) Směr X

Součinitel síly:

$$c_{f,x} = c_{f,x,0} = 1,3$$

Součinitel zatížení větrem:

$$c = c_e \cdot c_{f,x} = 1,192 \cdot 1,3 = 1,55$$

Síla ve směru X:

$$F_{w,x,m} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot c \cdot A_{ref,x} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 \cdot 1,55 \cdot 1,0 = 0,73 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

b) Směr Y

50% sil od větru ve směru x

Síla ve směru Y:

$$F_{w,y,m} = 0,5 \cdot F_{w,x} = 0,5 \cdot 0,733 = 0,37 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

c) Směr Z

Součinitel síly:

$$c_{f,z} = 0,9$$

Součinitel zatížení větrem:

$$c = c_e \cdot c_{f,z} = 1,192 \cdot 0,9 = 1,073$$

Referenční šířka:

$$b_{ref,z} = 3,5 \text{ m}$$

Síla ve směru Z:

$$F_{w,z,m} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot c \cdot b_{ref,z} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 \cdot 1,073 \cdot 3,5 = 1,78 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

2.2.2.3.2 Výpočet účinků větru působících na horní pásy

Výchozí základní rychlost větru:

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Referenční výška:

$$z = h = 7,8 \text{ m}$$

Parametry drsnosti terénu:

$$z_0 = 0,3$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

Součinitel směru větru:

$$c_{dir} = 1,0$$

Součinitel ročního období:

$$c_{season} = 1,0$$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti:

$$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{h}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left(\frac{7,8}{0,3} \right) = 0,701$$

Součinitel expozice:

$$c_0(z) = 1,0$$

$$k_I = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_m = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,701 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 19,278 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \left(\frac{7,8}{0,3} \right)} = 0,307$$

Měrná hmotnost vzduchu:

$$\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = [1 + 7 \cdot 0,307] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 19,278^2 = 0,731 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Součinitel síly pro obdélníkové průřezy:

$$\frac{d}{b} = \frac{0,18}{0,28} = 0,64 \Rightarrow c_{f,0} = 2,4$$

Redukční součinitel pro obdélníkové průřezy se zaoblenými rohy:

$$\psi_r = 1,0$$

Součinitel koncového efektu:

$$\psi_\lambda = 1,0$$

Součinitel síly:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda = 2,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,4$$

Síly působící na horní pásy:

Směr X

Síla ve směru X:

$$F_{w,x,hp} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 1,0 \cdot 2,4 \cdot 0,731 \cdot 0,28 = 0,49 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

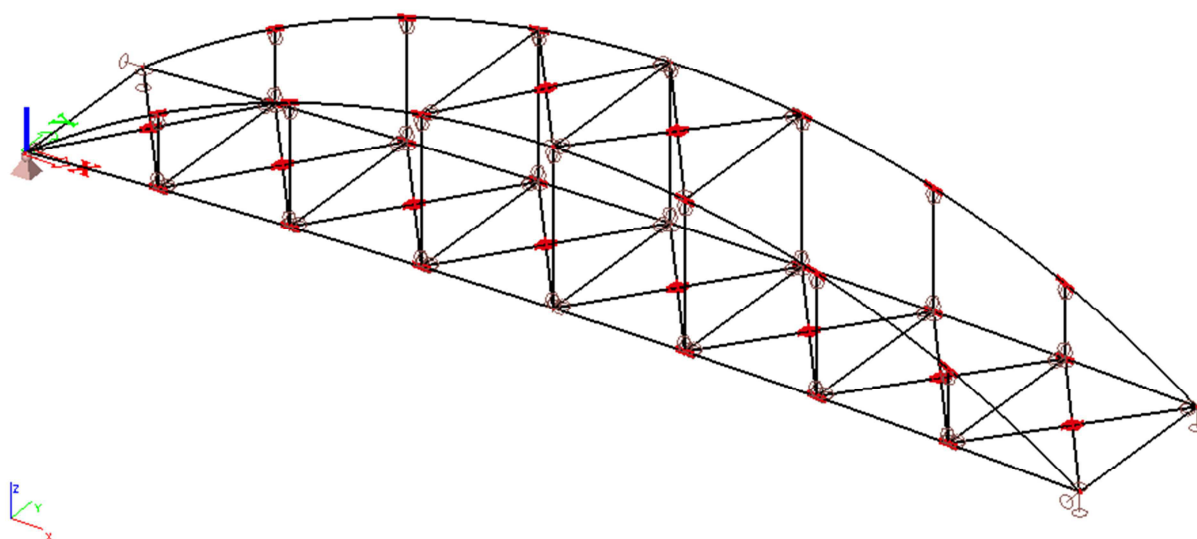
Síly působící na závěsy:

Pro malou dimenzi profilů závěsů, není zatížení větrem na tyto konstrukční prvky uvažováno.

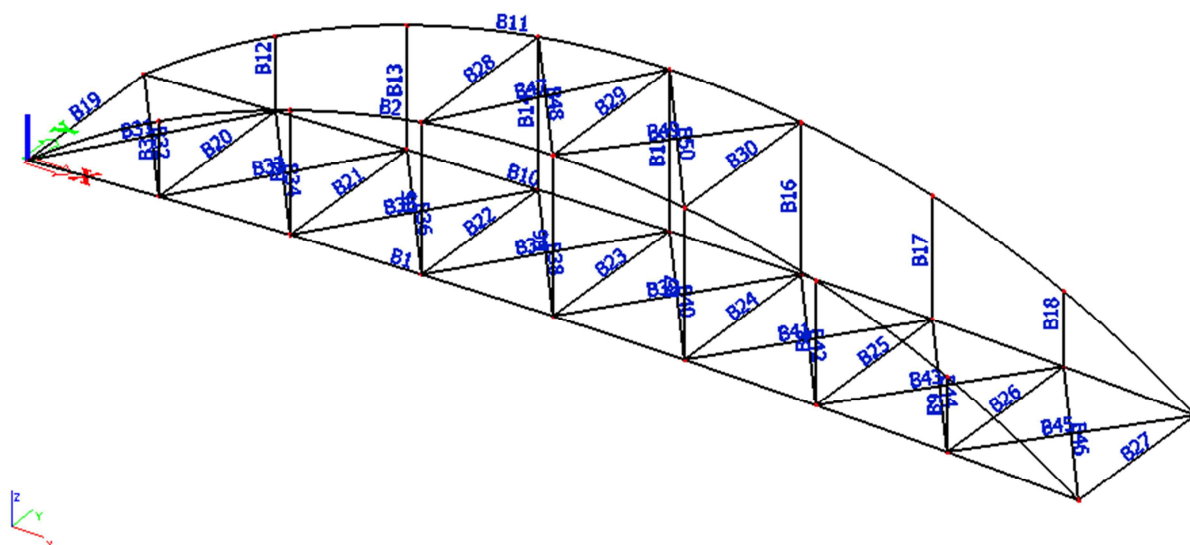
2.3 Výpočtový model

2.3.1 Popis výpočtového modelu

Výpočet vnitřních sil, výpočet deformací a výpočet vlastních frekvencí byl proveden na 3D modelu v programu Scia Engineer 2016. Konstrukce ocelové lávky je modelována jako prutová konstrukce. Horní a dolní pásy jsou modelovány jako průběžné pruty, ke kterým jsou kloubově připojeny závěsy. K dolním pásům jsou ve vodorovném směru připojeny dolní příčníky a pruty vodorovného (větrového) ztužidla. Horní pásy jsou proti vybočení z roviny oblouku zajištěny připojením horních příčníků a prutů ztužidel ve vrcholové části oblouků. Pruty ztužidel jsou připojeny kloubově. Křížení prutů ztužidel je uvažováno kloubové. Zatížení mostovky je na hlavní nosnou konstrukci přenášeno v místě uložení podélníků.



2.3.2 Přehled jednotlivých prutů výpočtového modelu

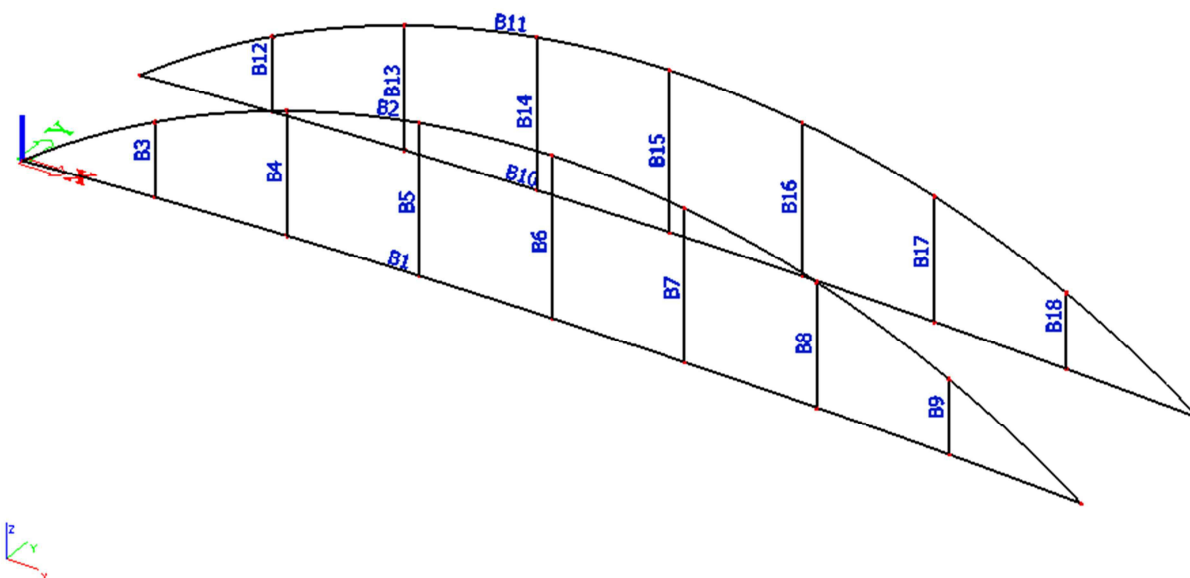


2.3.2.1 Horní pásy, dolní pásy, závěsy

Horní pásy – pruty B2 a B11

Dolní pásy – pruty B1 a B10

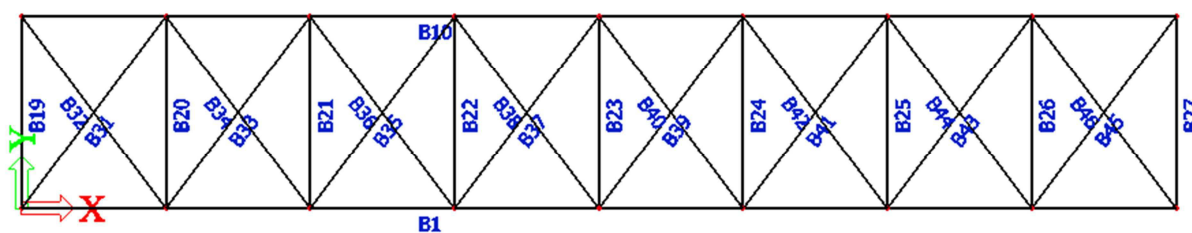
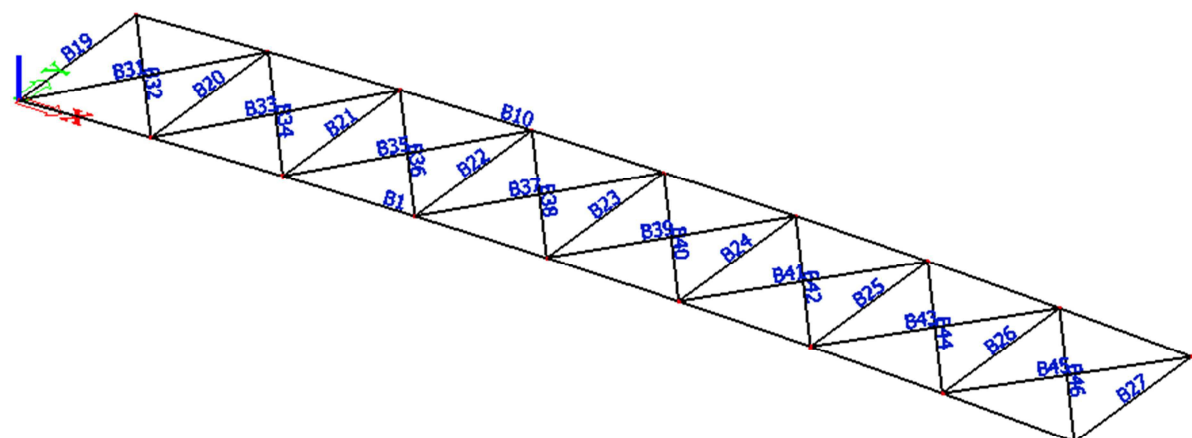
Závěsy – pruty B3-B9 a B12-B18



2.3.2.2 Dolní příčníky, dolní ztužení

Dolní příčníky – pruty B19-B27

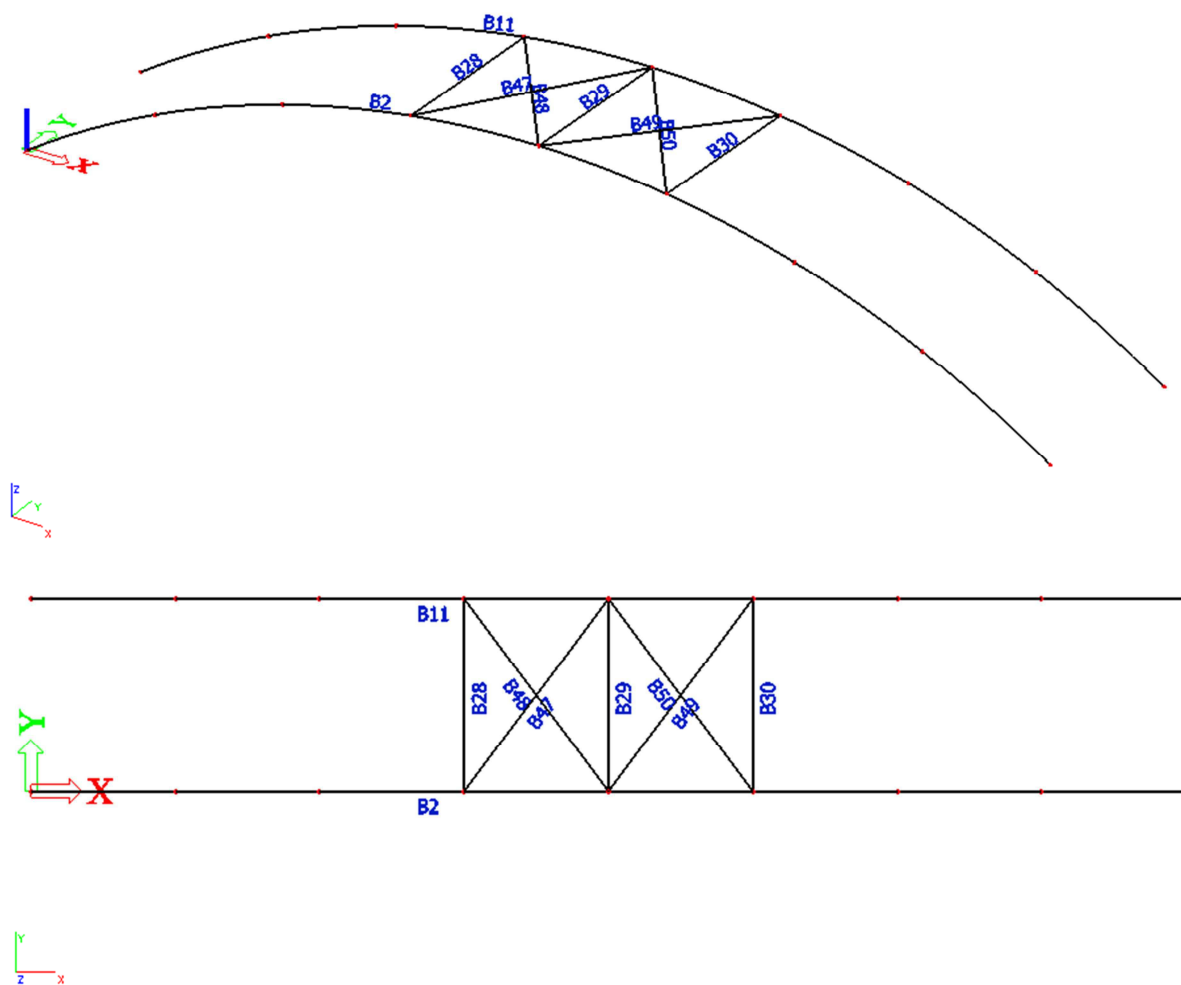
Dolní ztužení – pruty B



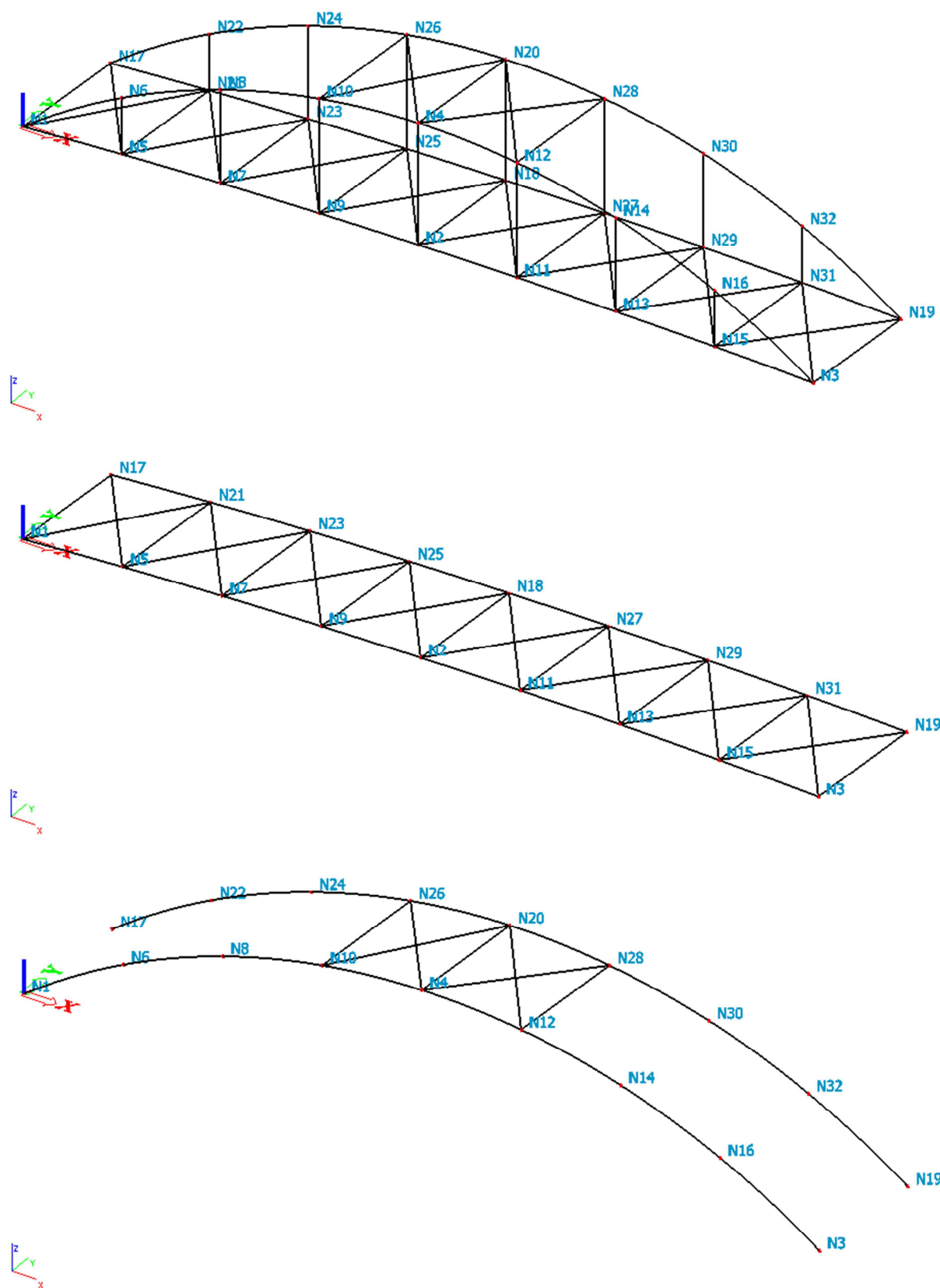
2.3.2.3 Horní příčníky, horní ztužení

Horní příčníky – pruty B28-B30

Horní ztužení – pruty B47-B50



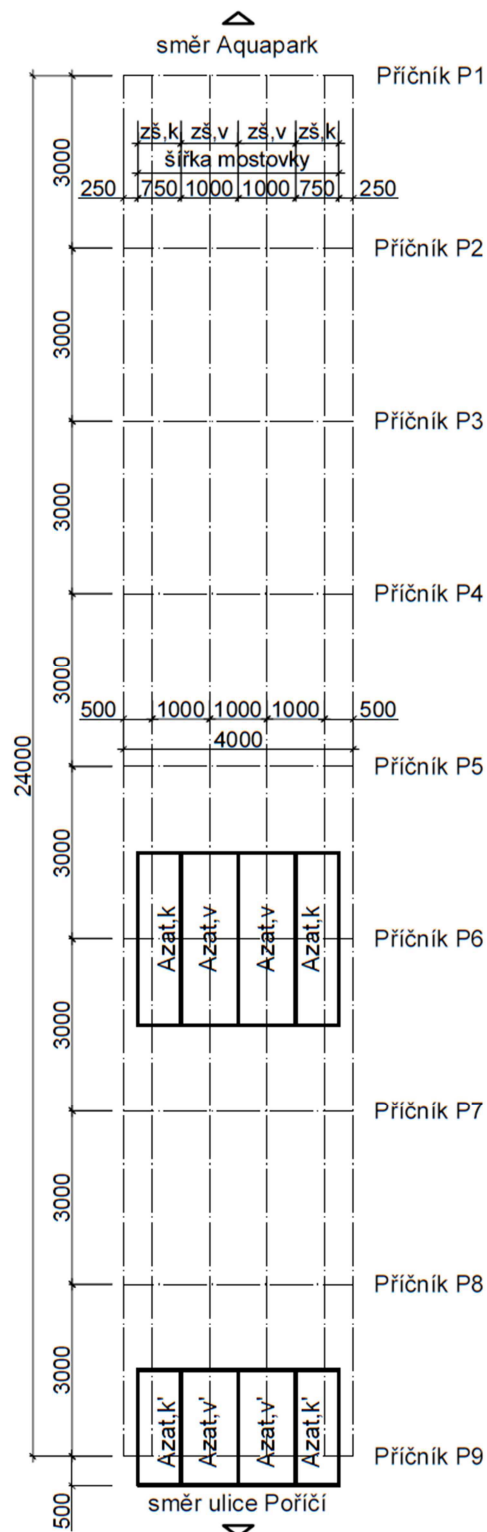
2.3.3 Přehled jednotlivých uzlů výpočtového modelu



2.4 Zatížení

2.4.1 Zatěžovací plochy pro přenos zatížení z mostovky na hlavní nosnou konstrukci

Přenos zatížení působících na mostovku do hlavní nosné konstrukce je realizován přenosem z mostnic do podélníků a z podélníků do příčníků. Podélníky jsou uloženy na příčnících, které tvoří společně s příhradovými nosníky hlavní nosnou konstrukci ocelové lávky. Krajní podélníky jsou vzdálené od podélné osy příhradových nosníků 0,5 m. Osová vzdálenost podélníků je 1,0m.



Zatěžovací šířka pro vnitřní podélníky P'2 a P'3:

$$zš_v = 1,0 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka pro krajní podélníky P'1 a P'4:

$$zš_k = 0,75 \text{ m}$$

Zatěžovací plochy pro příčníky P1 a P9:

Plocha pro síly přenášené z vnitřních podélníků:

$$A_{zat,v} = (0,5 \cdot l_p + 0,5) \cdot zš_v = (0,5 \cdot 3 + 0,5) \cdot 1,0 = 2 \text{ m}^2$$

Plocha pro síly přenášené z krajních podélníků:

$$A_{zat,k} = (0,5 \cdot l_p + 0,5) \cdot zš_k = (0,5 \cdot 3 + 0,5) \cdot 0,75 = 1,5 \text{ m}^2$$

Zatěžovací plochy pro příčníky P2-P8:

Plocha pro síly přenášené z vnitřních podélníků:

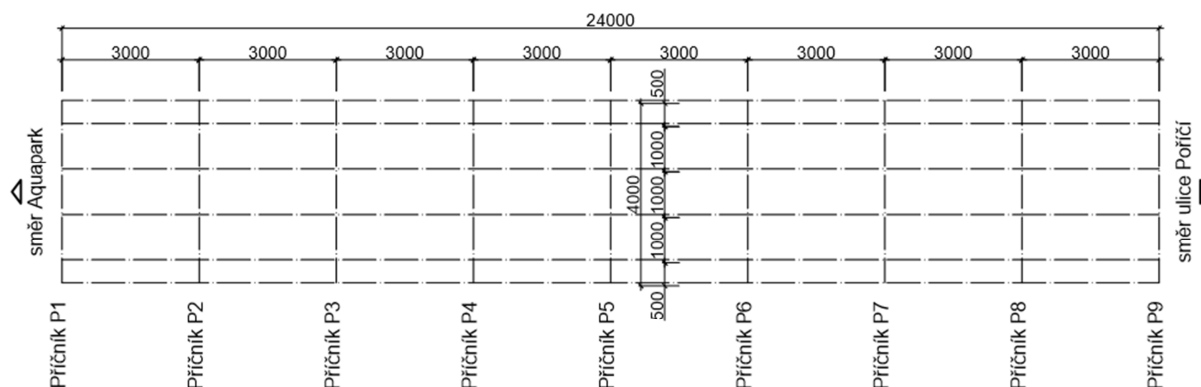
$$A_{zat,v} = l_p \cdot zš_v = 3 \cdot 1,0 = 3 \text{ m}^2$$

Plocha pro síly přenášené z krajních podélníků:

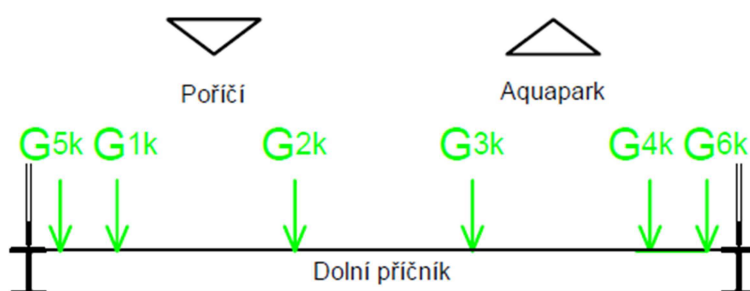
$$A_{zat,k} = l_p \cdot zš_k = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ m}^2$$

2.4.2 Přehled označení dolních příčníků

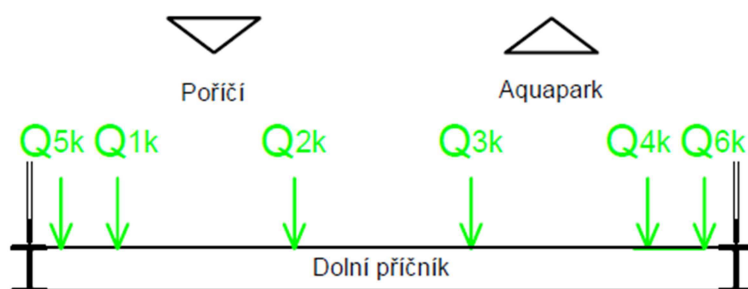
a) Přehled označení dolních příčníků



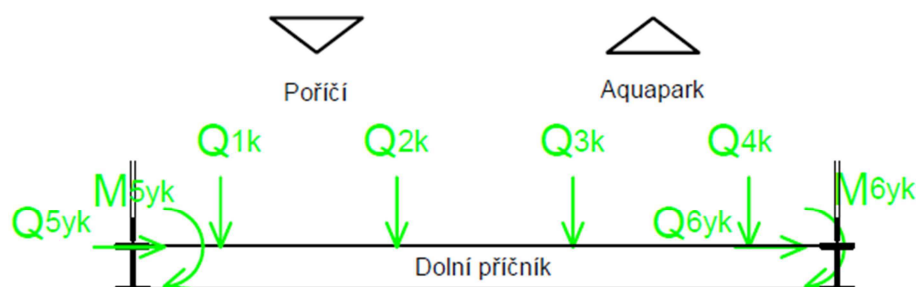
b) Přehled umístění zatížení na příčníky pro zatěžovací stav ostatní stálá



c) Přehled umístění zatížení pro zatěžovací stavy chodci (-z), zábradlí (-z)



d) Přehled umístění zatížení na příčníky pro zatěžovací stavy chodci (-z), zábradlí (+y)



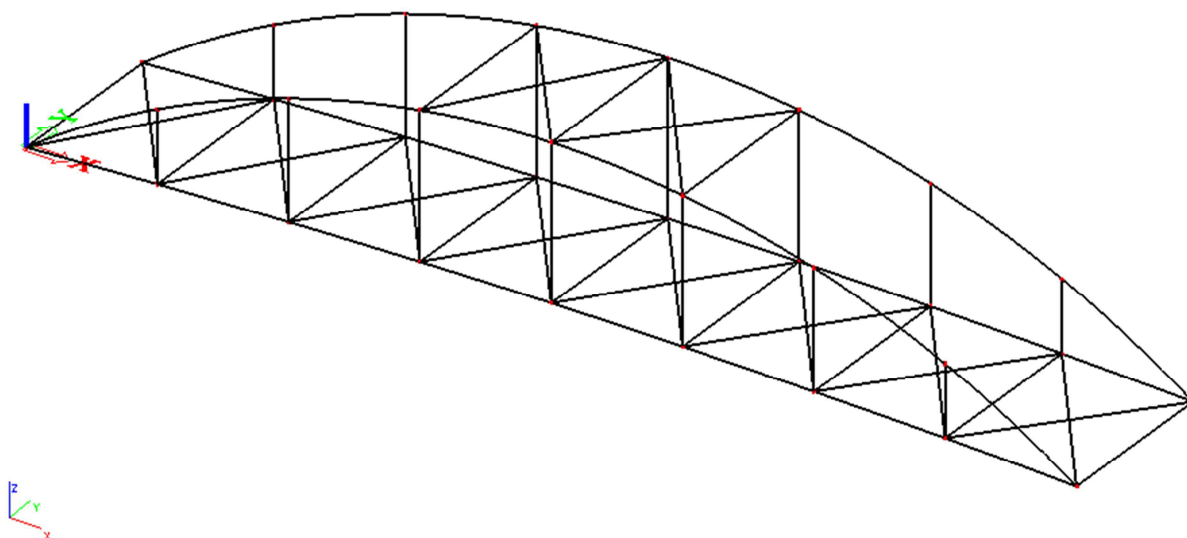
e) Vodorovné síly od pohybu chodců

V místě působení svislých sil Q_{ik} od pohybu chodců na mostovce působí i vodorovné síly Q_{ixk} (platí pouze pro $i = \{1;2;3;4\}$). Vodorovné síly působí vždy ve směru osy x (ve směru podélné osy ocelové lávky) a jejich hodnota je vždy 10% hodnoty příslušné svislé síly Q_{ik} . Pro jednoduchost nejsou výpočty hodnot vodorovných sil Q_{ixk} numericky vyjádřeny.

2.4.3 Zatěžovací stavy

2.4.3.1 ZS1 Vlastní tíha

Vlastní tíha je automaticky počítána výpočetním softwarem.



2.4.3.2 ZS2 Ostatní stálá

Příčnice P1 a P9:

$$G_{1k} = G_{4k} = g_{1k} \cdot A_{zat,k} + g_{2k} \cdot (0,5 \cdot l_p + 0,5) =$$

$$= 0,64 \cdot 1,5 + 0,13 \cdot (0,5 \cdot 3 + 0,5) = 1,22 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = G_{3k} = g_{1k} \cdot A_{zat,v} + g_{2k} \cdot (0,5 \cdot l_{pod} + 0,5) =$$

$$= 0,64 \cdot 2 + 0,13 \cdot (0,5 \cdot 3 + 0,5) = 1,54 \text{ kN}$$

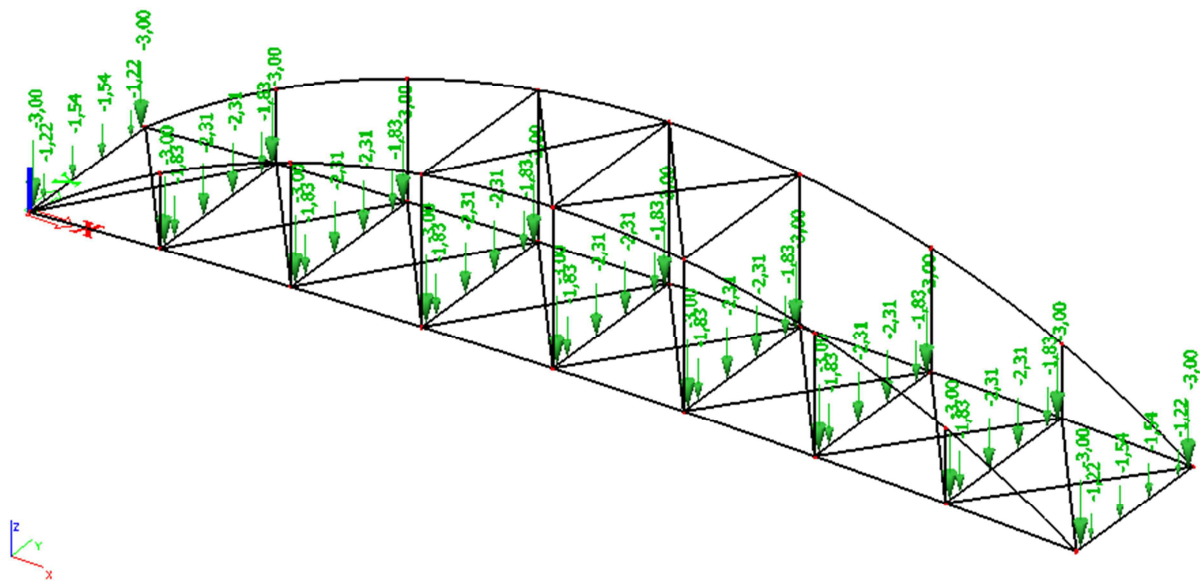
$$G_{5k} = G_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P8:

$$G_{1k} = G_{4k} = g_{1k} \cdot A_{zat,k} + g_{2k} \cdot l_p = 0,64 \cdot 2,25 + 0,13 \cdot 3 = 1,83 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = G_{3k} = g_{1k} \cdot A_{zat,v} + g_{2k} \cdot l_p = 0,64 \cdot 3 + 0,13 \cdot 3 = 2,31 \text{ kN}$$

$$G_{5k} = G_{6k} = g_{3k} \cdot l_{pod} = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

**2.4.3.3 ZS3 Chodci (-z), zábradlí (-z) – plný**

Příčnice P1 a P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

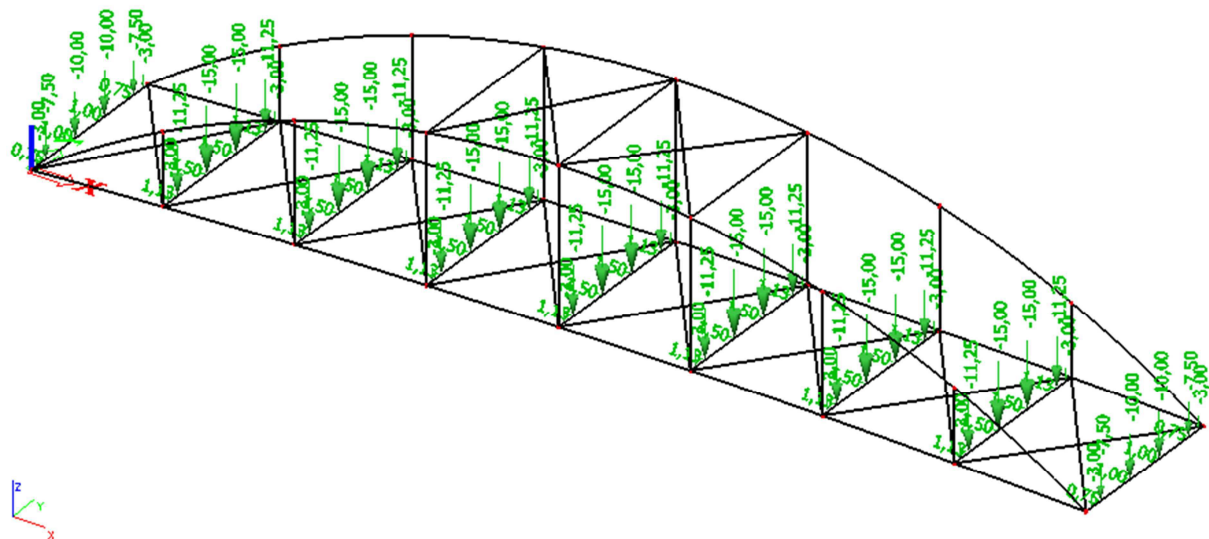
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P8:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$



2.4.3.4 ZS4 Chodci (-z), zábradlí (+y) – plný

Příčnice P1 a P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,kr} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,vr} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 3 \cdot 1,45 = 4,35 \text{ kNm}$$

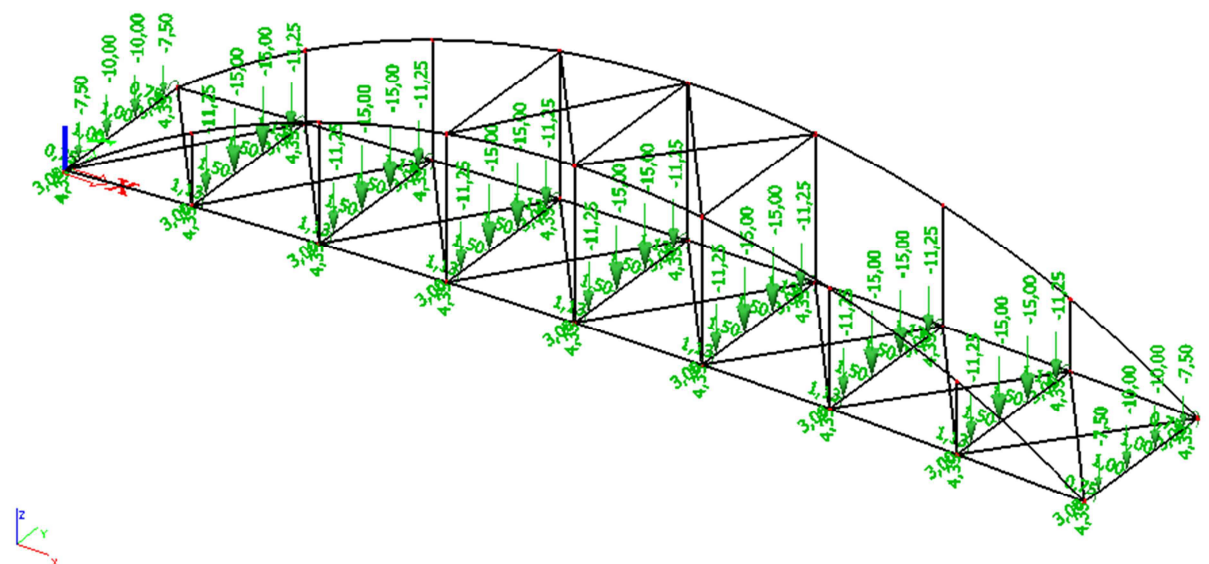
Příčnice P2-P8:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5yk} = Q_{6yk} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

$$M_{5yk} = M_{6yk} = q_{2k} \cdot l_p \cdot h_z = 1,0 \cdot 3 \cdot 1,45 = 4,35 \text{ kNm}$$



2.4.3.5 ZS5 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr ulice Poříčí)

Příčnick P5:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = 0,5 \cdot q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 0,5 \cdot 5 \cdot 2,25 = 5,63 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = 0,5 \cdot q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 0,5 \cdot 5 \cdot 3 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P6-P8:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

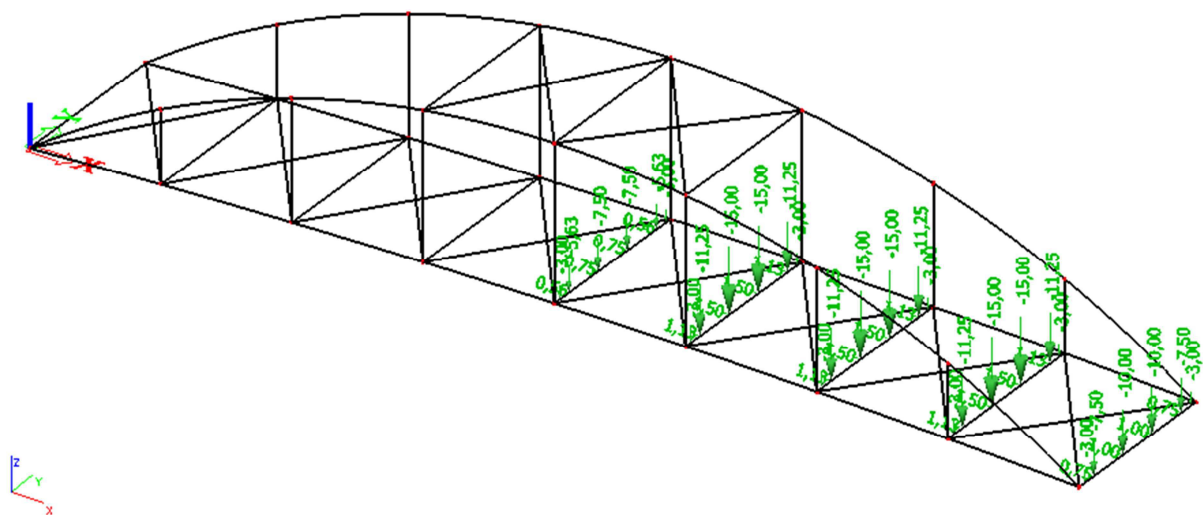
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

**2.4.3.6 ZS6 Chodci (-z), zábradlí (-z) – polovina (směr Aquapark)**

Příčnick P1:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P2-P4:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

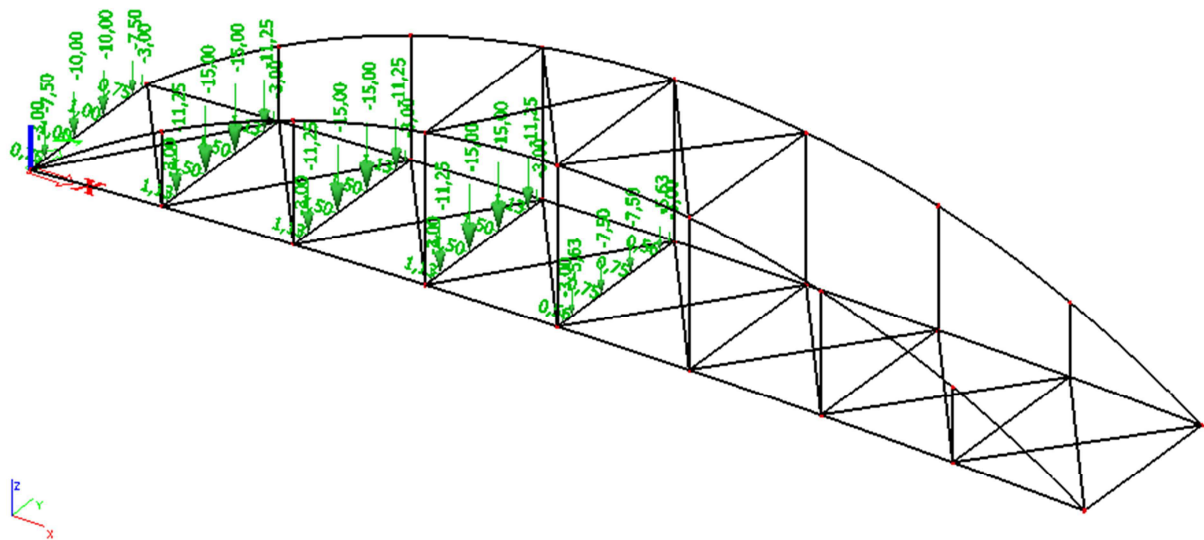
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P5:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = 0,5 \cdot q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 0,5 \cdot 5 \cdot 2,25 = 5,63 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = 0,5 \cdot q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 0,5 \cdot 5 \cdot 3 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$



2.4.3.7 ZS7 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (protivodní strana)

Příčnice P1 a P9:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

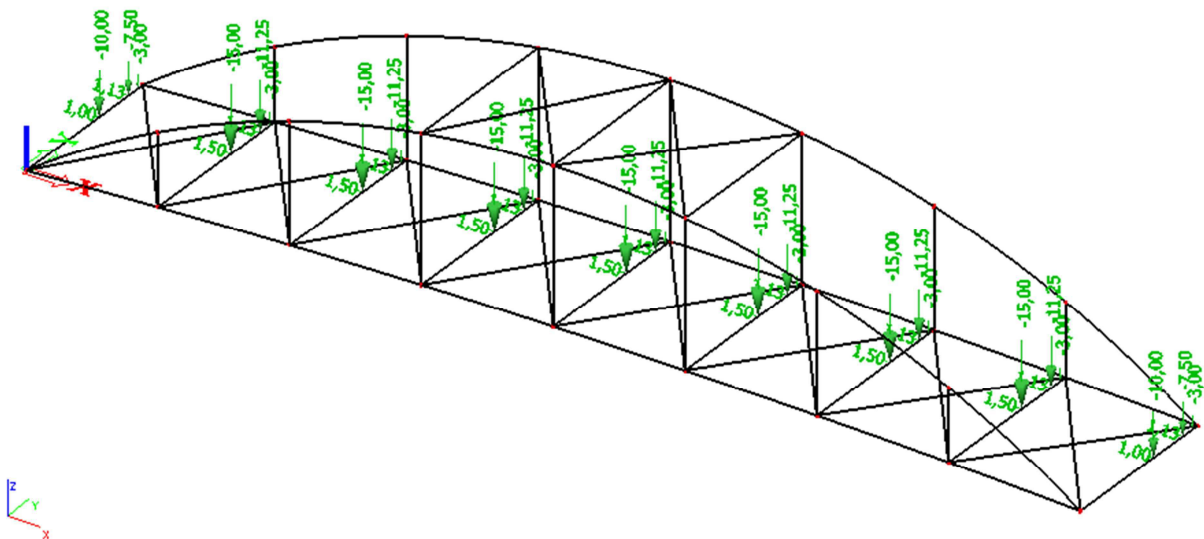
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P8:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$



2.4.3.8 ZS8 Chodci (-z), zábradlí (-z) – podélná polovina (povodní strana)

Příčnice P1 a P9:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

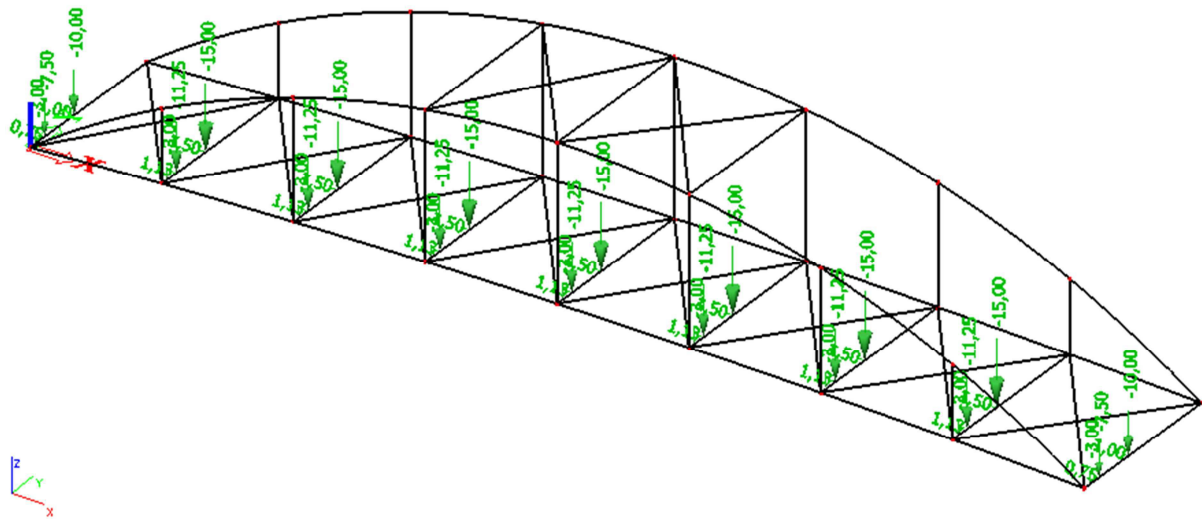
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P8:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$



2.4.3.9 ZS9 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení I.

Příčník P1:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P2-P4:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P5:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnice P6-P8:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

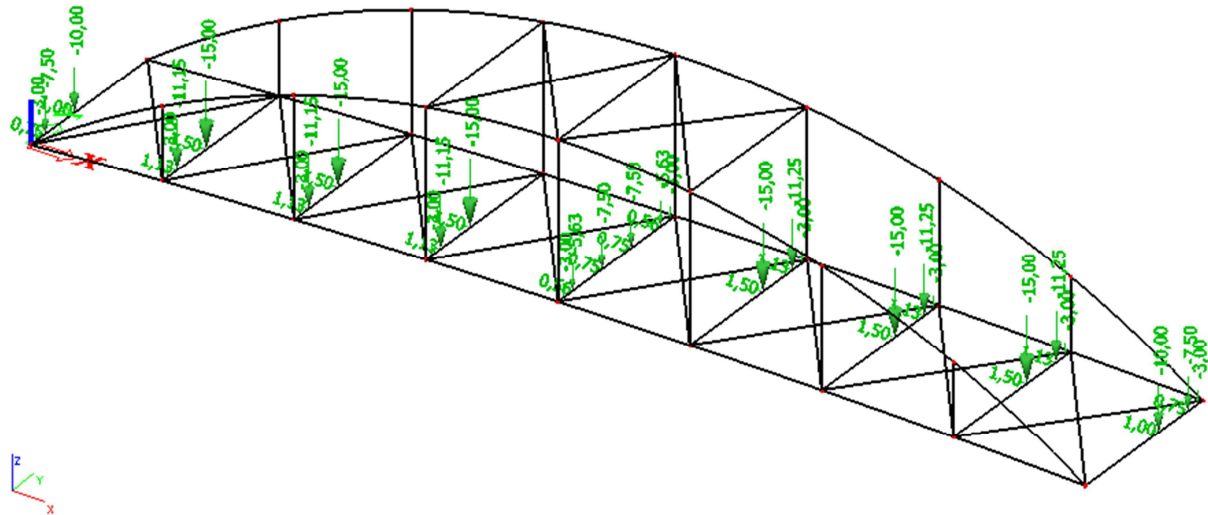
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčník P9:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$



2.4.3.10 ZS10 Chodci (-z), zábradlí (-z) – kroucení II.

Příčnick P1:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P2-P4:

$$Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P5:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P6-P8:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k} = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ kN}$$

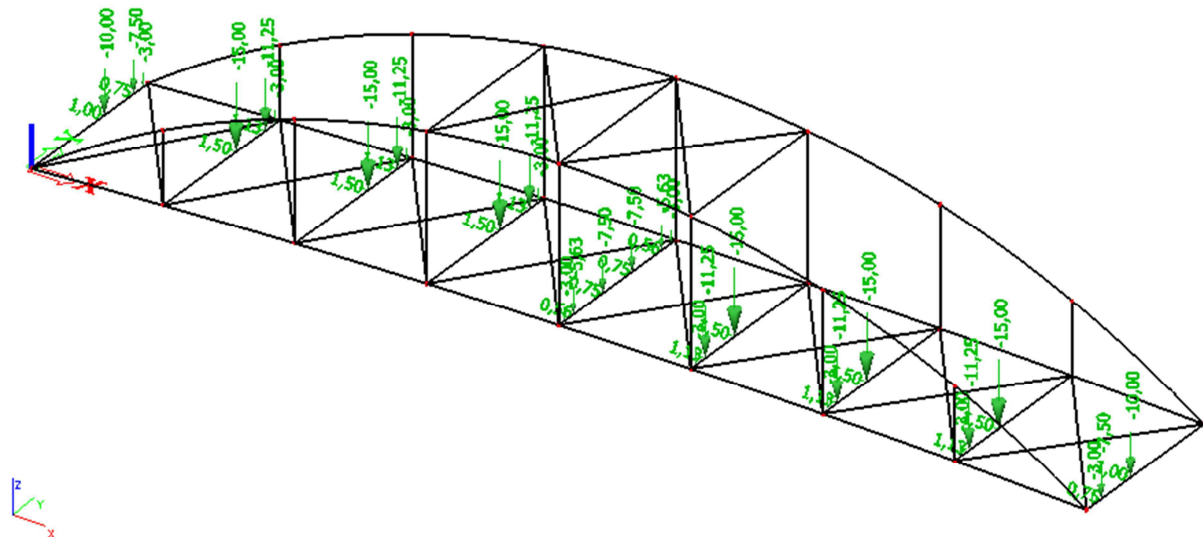
$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

Příčnick P9:

$$Q_{1k} = q_{1k} \cdot A_{zat,k'} = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = q_{1k} \cdot A_{zat,v'} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$Q_{5k} = Q_{6k} = g_{3k} \cdot l_p = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$



2.4.3.11 ZS11 Větr (-z +x)

Příčnický P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = 1,78 \cdot 1,5 = 2,67 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = 1,78 \cdot 2 = 3,56 \text{ kN}$$

Příčnický P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = 1,78 \cdot 2,25 = 4,01 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = 1,78 \cdot 3 = 5,34 \text{ kN}$$

Následující liniová zatížení působí ve směru osy x (ve směru podélné osy ocelové lávky):

Dolní pásy:

$$q_{1xk} = F_{w,x} = 0,37 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

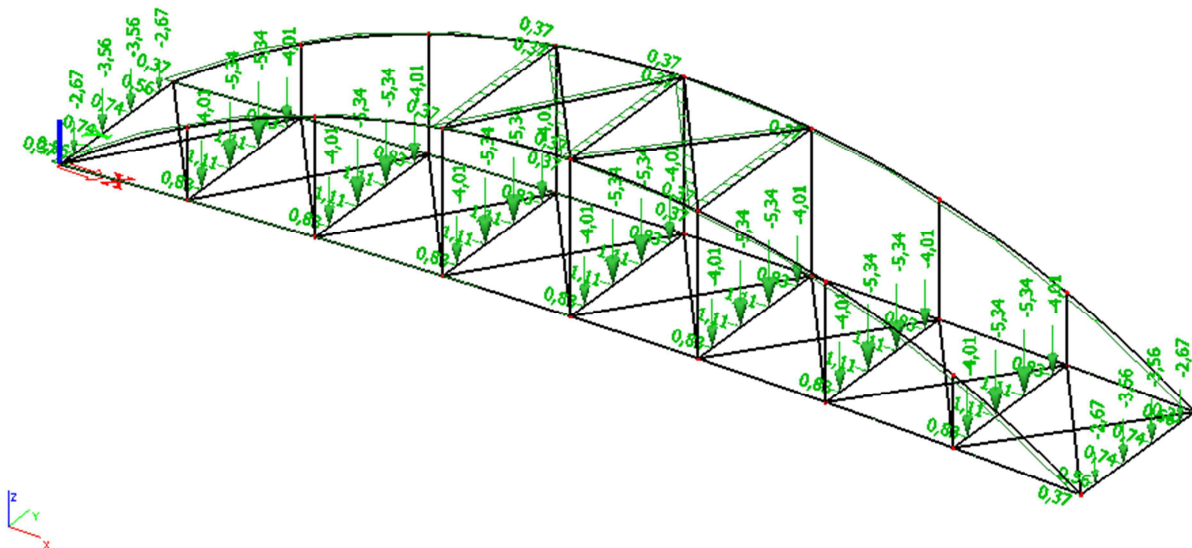
$$q_{2xk} = F_{w,x} = 0,37 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní příčnický:

$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Ztužení:

$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



2.4.3.12 ZS12 Vítr (+z, -x)

Příčnícíky P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = -1,78 \cdot 1,5 = -2,67 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = -1,78 \cdot 2 = -3,56 \text{ kN}$$

Příčninky P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = -1,78 \cdot 2,25 = -4,01 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = -1,78 \cdot 3 = -5,34 \text{ kN}$$

Následující liniová zatížení působí ve směru osy x (ve směru podélné osy ocelové lávky):

Dolní pásy:

$$q_{1xk} = F_{w,x} = 0,37 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

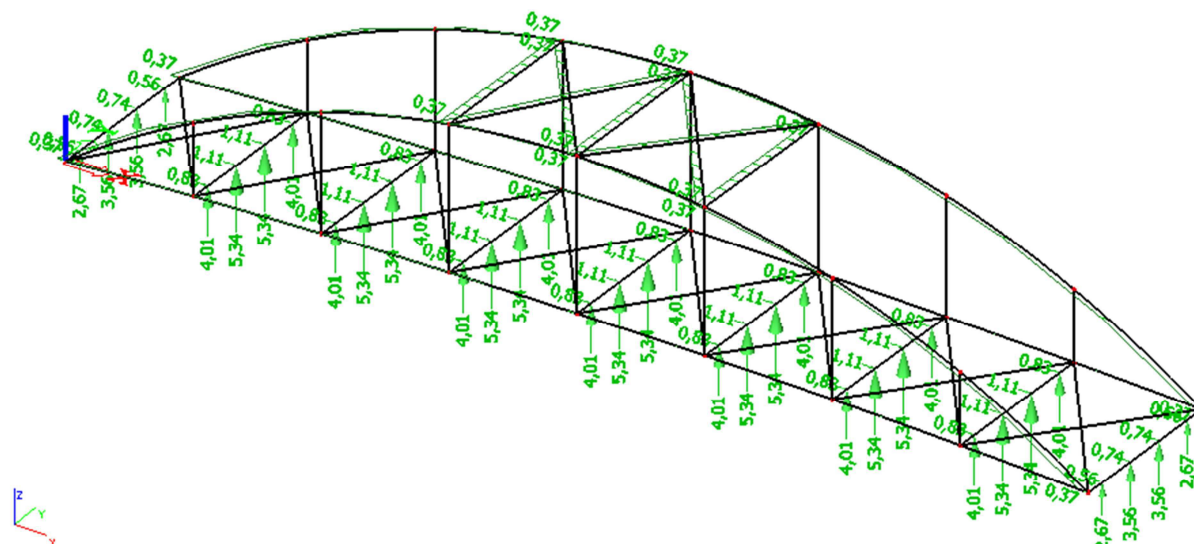
$$q_{2xk} = F_{w,x} = 0,37 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní příčnícíky:

$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Ztužení:

$$q_{3xk} = F_{w,x} = 0,38 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



2.4.3.13 ZS13 Vítr (-z, +y)

Příčnícíky P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = 1,78 \cdot 1,5 = 2,67 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = 1,78 \cdot 2 = 3,56 \text{ kN}$$

Příčninky P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = 1,78 \cdot 2,25 = 4,01 \text{ kN}$$

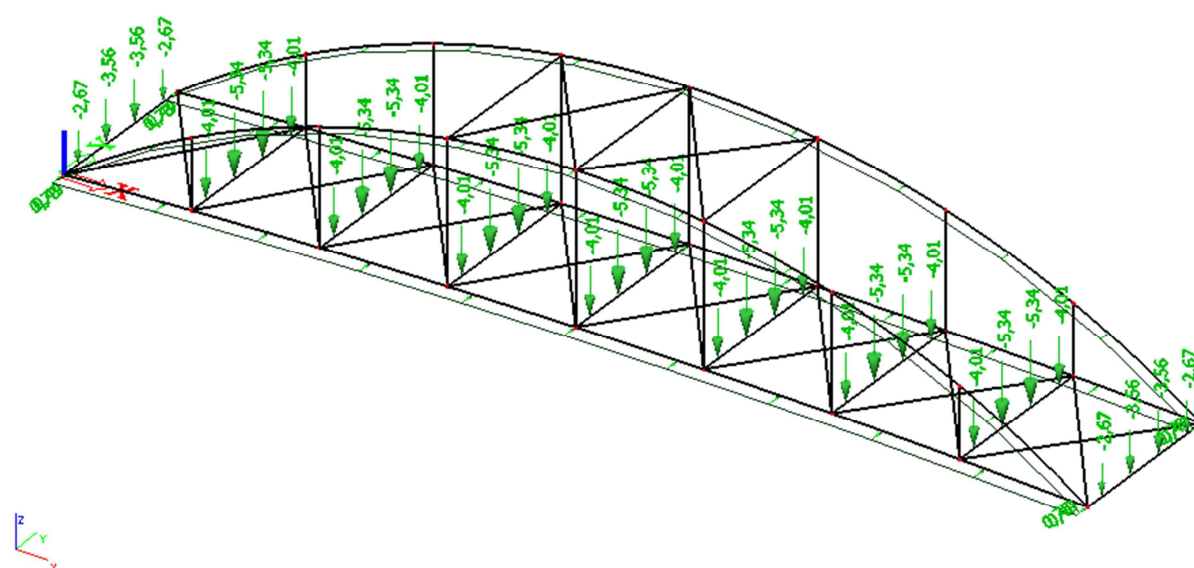
$$Q_{2k} = Q_{3k} = F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = 1,78 \cdot 3 = 5,34 \text{ kN}$$

Dolní pásy:

$$q_{1yk} = F_{w,x,m} = 0,73 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

$$q_{2yk} = F_{w,x,hp} = 0,49 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



2.4.3.14 ZS14 Vitr (+z, +y)

Příčnický P1 a P10:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k'} = -1,78 \cdot 1,5 = -2,67 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v'} = -1,78 \cdot 2 = -3,56 \text{ kN}$$

Příčnický P2-P9:

$$Q_{1k} = Q_{4k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,k} = -1,78 \cdot 2,25 = -4,01 \text{ kN}$$

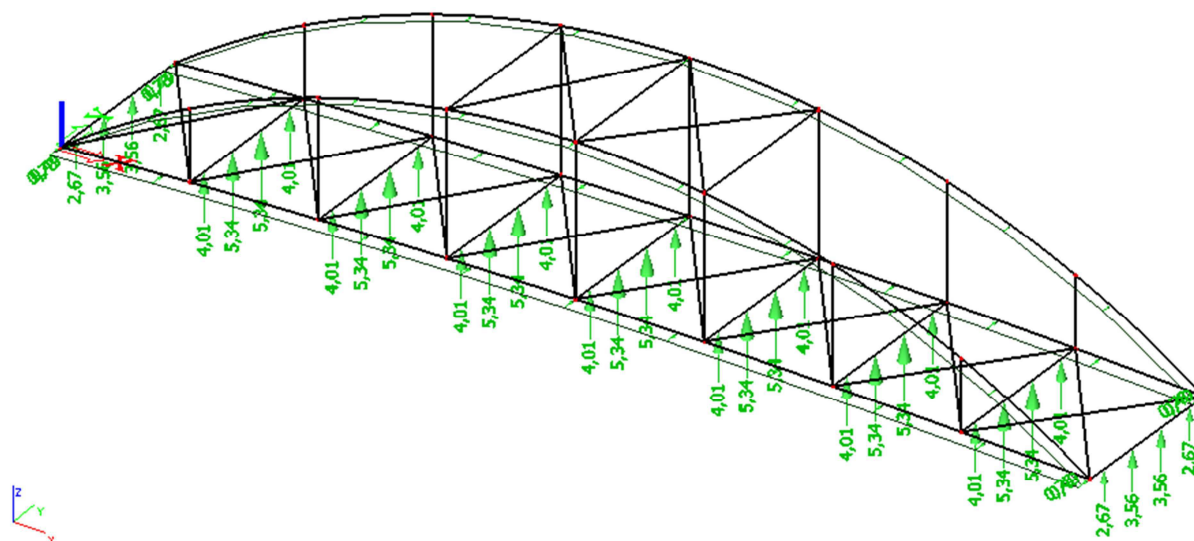
$$Q_{2k} = Q_{3k} = -F_{w,x} \cdot A_{zat,v} = -1,78 \cdot 3 = -5,34 \text{ kN}$$

Dolní pásy:

$$q_{1k,x} = F_{w,x,m} = 0,73 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Horní pásy:

$$q_{2k,x} = F_{w,x,hp} = 0,49 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**2.5 Kombinace****2.5.1 Přehled kombinací**

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
6.10	Obálka - únosnost	Vlastní tíha	1,35
		Ostatní stálá	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (protivodní)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - podélná polovina (povodní)	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení I	1,35
		Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení II	1,35
		Vitr - směr (-z +x)	0,90
		Vitr - směr (+z +x)	0,90
		Vitr - směr (-z +y)	0,90
		Vitr - směr (+z +y)	0,90
		Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný	1,35

2.5.2 Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný*1,35 + Vítr - směr (-z +x)*0,90
2	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Vítr - směr (+z +x)*0,90
3	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení I*1,35 + Vítr - směr (-z +x)*0,90
4	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení II*1,35 + Vítr - směr (-z +x)*0,90
5	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35 + Vítr - směr (-z +x)*0,90
6	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)*1,35 + Vítr - směr (-z +y)*0,90
7	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Vítr - směr (-z +y)*0,90 + Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný *1,35
8	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr městské lázně)*1,35 + Vítr - směr (+z +x)*0,90
9	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35
10	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Vítr - směr (+z +x)*0,90 + Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný *1,35
11	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Vítr - směr (-z +x)*0,90 + Chodci (-z), zábradlí (+y) - plný *1,35
12	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - polovina (směr centrum)*1,35 + Vítr - směr (+z +y)*0,90
13	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - plný*1,35 + Vítr - směr (-z +y)*0,90
14	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení I*1,35
15	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení II*1,35
16	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení II*1,35 + Vítr - směr (+z +x)*0,90
17	Vlastní tíha*1,35 + Ostatní stálá*1,35 + Chodci (-z), zábradlí (-z) - kroucení II*1,35 + Vítr - směr (-z +y)*0,90

2.6 Výsledky vnitřních sil

2.6.1 Dolní pásy

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : 6.10

Průřez : Dolní pásy - lw (250; 8; 180; 10; 230; 0)

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1	6.10/2	18,006	38,63	0,91	-1,47	0,00	-0,59	0,26
B1	6.10/7	3,003	497,59	-1,87	-1,95	0,01	-9,33	-2,25
B10	6.10/3	21,007	339,86	-5,30	-2,34	-0,01	3,29	3,34
B10	6.10/4	3,003	276,44	6,24	2,47	0,01	2,76	4,83
B1	6.10/6	15,005	321,91	-0,54	-16,72	-0,01	-29,97	-0,67
B10	6.10/5	9,005	340,17	-0,90	16,63	-0,01	-28,10	0,41
B1	6.10/3	24,010	276,19	-3,03	1,21	-0,06	-10,98	-8,23
B1	6.10/4	0,000	364,25	2,64	-0,56	0,06	-11,36	-7,70
B1	6.10/6	18,006	320,63	-0,34	-10,18	0,00	-51,82	-0,50
B1	6.10/6	6,755	330,03	-1,16	0,41	0,00	47,49	0,92
B10	6.10/4	0,000	276,30	4,27	7,62	0,05	-12,39	-10,94

2.6.2 Horní pásy (oblouky)

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : 6.10

Průřez : Horní pásy - Komora fl (180; 10; 280; 10; 160)

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B11	6.10/1	1,740	-542,26	-5,49	-7,05	2,04	-32,67	12,20
B2	6.10/2	9,776	-58,87	-1,32	3,45	-1,19	3,74	-15,08
B11	6.10/3	12,786	-321,86	-12,06	-17,42	7,02	34,83	6,98
B11	6.10/4	12,786	-318,19	12,10	17,41	-7,02	33,86	7,09
B11	6.10/5	0,000	-365,65	-5,91	-52,38	-0,61	12,26	20,30
B2	6.10/6	25,572	-365,52	-0,31	53,20	-0,14	12,39	-1,48
B2	6.10/4	12,786	-313,44	10,81	30,40	-7,43	31,34	7,32
B2	6.10/3	12,786	-308,56	-10,65	-30,01	7,26	31,25	7,21
B2	6.10/6	20,482	-350,10	-0,31	2,96	0,02	95,66	0,07
B2	6.10/6	6,700	-346,45	0,52	36,77	-1,94	97,41	0,94
B11	6.10/4	9,776	-343,53	-3,93	26,22	0,03	45,20	-31,56
B11	6.10/3	25,572	-394,30	8,27	30,04	-2,52	12,69	30,05

2.6.3 Závěsy

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : 6.10
Průřez : Závěsy - RD22

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
B15	6.10/2	0,00	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B12	6.10/1	1,626	75,54	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
B3	6.10/7	0,00	66,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B3	6.10/8	0,00	44,70	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
B12	6.10/4	0,00	57,67	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
B18	6.10/3	0,00	58,49	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
B3	6.10/9	0,00	28,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B3	6.10/4	0,00	43,35	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00

2.6.4 Dolní příčníky

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : 6.10
Průřez : Dolní příčníky - lw (250; 10; 180; 10; 230; 0)

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
B20	6.10/7	3,820	-58,46	-5,10	-58,39	0,00	10,93	-2,03
B19	6.10/10	0,00	24,54	7,19	22,02	0,00	8,47	-10,55
B27	6.10/3	3,500	-5,24	-7,84	-38,01	0,04	1,70	-9,66
B19	6.10/11	0,00	18,19	7,19	33,24	0,00	7,47	-10,29
B21	6.10/1	4,000	-53,40	-3,36	-64,23	0,00	-0,30	-1,73
B26	6.10/1	0,00	-51,76	4,24	64,25	0,00	-0,54	-3,66
B27	6.10/4	0,00	-11,15	-1,19	36,82	-0,04	1,26	4,49
B19	6.10/3	0,00	-6,48	4,93	36,98	0,04	2,02	-6,56
B27	6.10/3	4,000	-5,24	-7,84	-47,31	0,04	-18,86	-13,58
B22	6.10/7	1,500	-51,57	3,13	27,82	0,00	61,03	2,28
B19	6.10/4	4,000	-0,64	4,37	-46,74	-0,04	-18,34	12,05

2.6.5 Horní příčníky

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : 6.10
Průřez : Horní příčníky - CFRHS120X120X5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
B30	6.10/12	0,00	0,68	0,00	0,46	0,00	0,23	-0,17
B29	6.10/13	0,00	24,83	0,67	0,46	0,00	0,63	-0,43
B30	6.10/3	0,00	6,50	-1,91	2,78	-1,00	-4,25	3,64
B28	6.10/4	0,00	6,71	1,90	2,59	1,00	-3,85	-3,65
B30	6.10/4	4,000	6,61	0,39	-4,39	1,12	-7,49	0,61
B30	6.10/14	0,00	5,39	-1,14	3,57	-1,05	-5,96	2,14
B29	6.10/3	0,00	16,76	0,41	0,06	-1,47	1,17	-0,81
B29	6.10/15	0,00	13,79	-0,41	0,40	1,47	0,37	0,83
B30	6.10/16	4,000	4,39	0,39	-4,39	1,12	-7,73	0,67
B30	6.10/4	0,00	6,61	0,39	-3,46	1,12	8,23	-0,94
B30	6.10/3	4,000	6,50	-1,91	1,85	-1,00	5,00	-3,98
B28	6.10/4	4,000	6,71	1,90	1,66	1,00	4,63	3,97

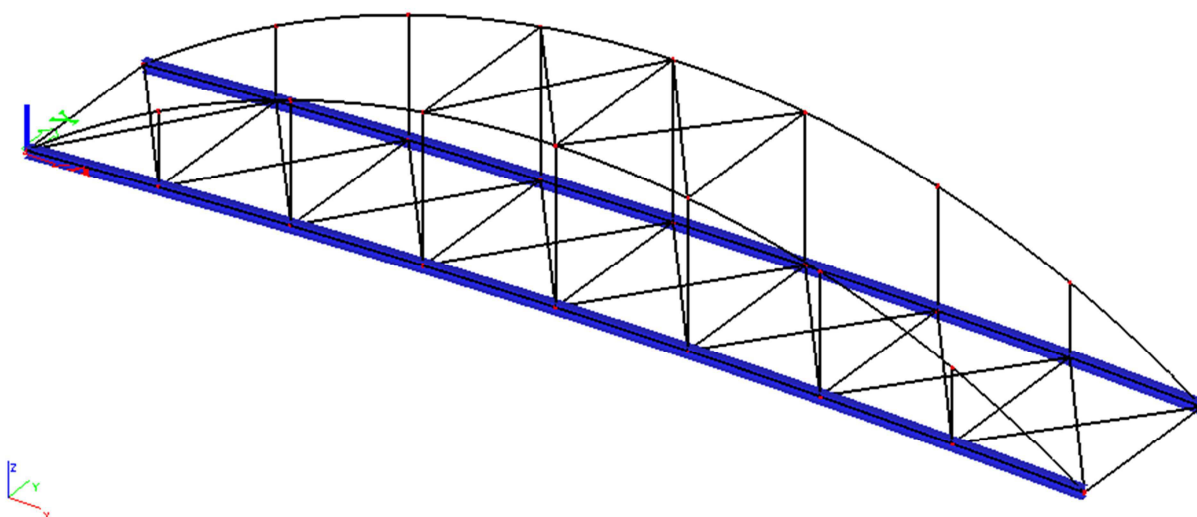
2.6.6 Ztužení

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
 Výběr : Vše
 Kombinace : 6.10
 Průřez : Ztužidla - CHS88.9/5.0

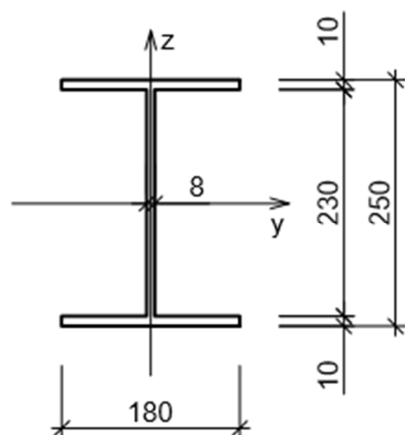
Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B48	6.10/4	0,000	-26,81	0,00	0,05	0,17	0,00	0,00
B31	6.10/11	5,002	79,26	-0,01	-0,36	-0,32	0,00	0,00
B48	6.10/3	0,000	-11,22	-0,03	0,65	-0,21	0,00	0,00
B48	6.10/3	2,502	-11,17	0,03	-0,31	-0,21	1,20	-0,08
B46	6.10/4	5,002	29,84	-0,02	-0,67	0,11	0,00	0,00
B46	6.10/4	0,000	29,87	0,02	0,67	0,11	0,00	0,00
B43	6.10/6	0,000	21,75	-0,01	0,34	-0,43	0,00	0,00
B44	6.10/6	0,000	21,74	0,01	0,34	0,43	0,00	0,00
B45	6.10/16	2,501	9,12	0,01	-0,33	-0,23	-0,39	0,01
B46	6.10/4	2,501	29,86	0,02	0,33	0,11	1,24	0,04
B48	6.10/3	2,502	-11,21	-0,03	0,31	-0,21	1,20	-0,08
B47	6.10/17	2,502	-1,69	0,03	0,30	0,21	1,18	0,08

2.7 Posouzení MSÚ

2.7.1 Dolní pásy



Průřezové charakteristiky:



$$\begin{aligned}
 A &= 5,44 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \\
 I_y &= 5,998 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \\
 I_z &= 9,73 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 \\
 i_y &= 0,105 \text{ m} \\
 i_z &= 0,042 \text{ m} \\
 W_{pl,y} &= 5,378 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\
 W_{pl,z} &= 1,657 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\
 I_t &= 1,61 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4 \\
 I_w &= 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^6
 \end{aligned}$$

Zatřídění stojiny:

$$\frac{c}{t} = \frac{222}{8} = 27,75 < 33 \cdot \varepsilon = 38 \cdot 0,81 = 30,78 \Rightarrow \text{třída 1}$$

Zatřídění pásnice:

$$\frac{c}{t} = \frac{82}{10} = 8,2 < 14 \cdot \varepsilon = 14 \cdot 0,81 = 11,34 \Rightarrow \text{třída 3}$$

2.7.1.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 497,59 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,44 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1931,2 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{497,59 \text{ kN}}{1931,2 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,26 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/8 180/10.

2.7.1.2 Posouzení na ohyb (kolem osy y)

$$M_{Ed} = 51,82 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,799 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 170,37 \text{ kNm}$$

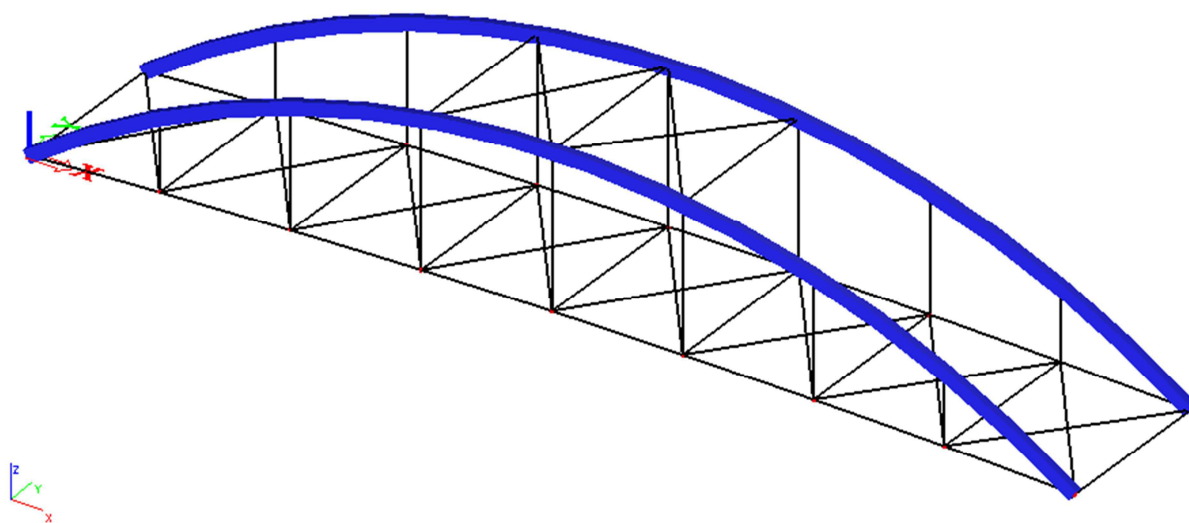
Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

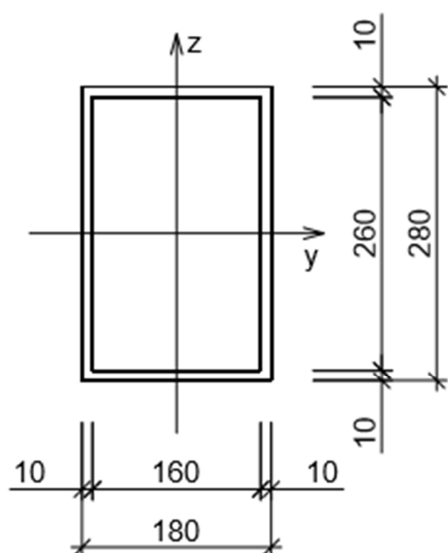
$$\frac{51,82 \text{ kN}}{170,37 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,30 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/8 180/10.

2.7.2 Horní pásy (oblouky)



Průřezové charakteristiky:



$$A = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,123 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_z = 5,023 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,11 \text{ m}$$

$$i_z = 0,074 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 9,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 6,38 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 1,06 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,427 \cdot 10^{-8} \text{ m}^6$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{c}{t} = \frac{260}{10} = 26 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

2.7.2.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)

$$M_{Ed} = 97,41 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9,14 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 324,47 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{97,41 \text{ kN}}{321,47 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,30 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro odb. profil 280x180/10.

2.7.2.2 Posouzení na ohyb (kolem osy z)

$$M_{Ed} = 31,56 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,38 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 226,49 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{31,56 \text{ kN}}{226,49 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,14 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro odb. profil 280x180/10.

2.7.2.3 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -542,26 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka pro vybočení oblouku kolmo k ose z (vybočení z roviny oblouku):

$$\alpha_k = 21,47^\circ$$

$$h_H = \frac{3,5 + 2 \cdot 3,3}{3} = 3,367 \text{ m}$$

$$h_r = \frac{h_H}{\sin \alpha_k} = \frac{3,367}{\sin 21,47^\circ} = 9,2 \text{ m}$$

$$\frac{h}{h_r} = \frac{9,8}{9,2} = 1,065$$

$$\eta = \frac{E \cdot I \cdot b}{E_0 \cdot I_0 \cdot h} = \frac{210 \cdot 10^9 \cdot 5,023 \cdot 10^{-5} \cdot 4}{210 \cdot 10^9 \cdot 4,855 \cdot 10^{-6} \cdot 9,2} = 4,498$$

$$\beta = 0,95$$

Kritická síla pro vybočení oblouku z roviny:

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(\beta \cdot h)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,023 \cdot 10^{-5}}{(0,95 \cdot 9,8)^2} = 1201,11 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{\kappa i}}} = \sqrt{\frac{9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1201,11 \cdot 10^3}} = 1,649$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,649 - 0,2) + 1,649^2] = 2,215$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{2,215 + \sqrt{2,215^2 - 1,649^2}} = 0,271$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,271 \cdot \frac{9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 885,09 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{542,26 \text{ kN}}{885,09 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,61 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro odb. profil 280x180/10.

2.7.2.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -542,26 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka pro vybočení oblouku kolmo k ose y-y (vybočení v rovině oblouku):

$$\frac{f}{l} = \frac{3,8}{24} = 0,158$$

$$m = 7$$

$$\beta = 0,43$$

$$s = 12,79 \text{ m}$$

Kritická síla pro vybočení oblouku z roviny:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(\beta \cdot s)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,123 \cdot 10^{-4}}{(0,43 \cdot 12,79)^2} = 7695,22 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{7695,22 \cdot 10^3}} = 0,652$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,652 - 0,2) + 0,652^2] = 0,823$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,823 + \sqrt{0,823^2 - 0,652^2}} = 0,755$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,755 \cdot \frac{9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 2465,83 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{542,26 \text{ kN}}{2465,83 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,22 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro odb. profil 280x180/10.

2.7.2.5 Posouzení na ohyb a osový tlak

$$N_{Ed} = -542,26 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = -32,67 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 12,2 \text{ kNm}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6 = 3266 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 9,14 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 324,47 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 6,38 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 226,49 \text{ kNm}$$

Součinitele ekvivalentního zatížení:

$$c_{my} = 0,9$$

$$c_{mz} = 0,9$$

Interakční součinitele:

$$\begin{aligned} k_{yy} &= c_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \\ &= 0,9 \cdot \left(1 + (0,652 - 0,2) \cdot \frac{542,26 \cdot 10^3}{\frac{0,755 \cdot 3226 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 0,991 \end{aligned}$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,991 = 0,595$$

$$k_{zz} = c_{mz} \cdot \left(1 + (\lambda_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$

$$= 0,9 \cdot \left(1 + (1,649 - 0,2) \cdot \frac{542,26 \cdot 10^3}{\frac{0,271 \cdot 3226 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 1,709 \leq 1,347$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,347 = 0,808$$

Podmínka 6.61:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{542,26 \cdot 10^3}{\frac{0,755 \cdot 3226 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,991 \cdot \frac{32,67 \cdot 10^3}{\frac{1,0 \cdot 324,47 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,808 \cdot \frac{12,2 \cdot 10^3}{\frac{226,49 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

$$0,22 + 0,1 + 0,04 \leq 1,0$$

$$0,36 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje pro profil } 280 \times 180 / 10.$$

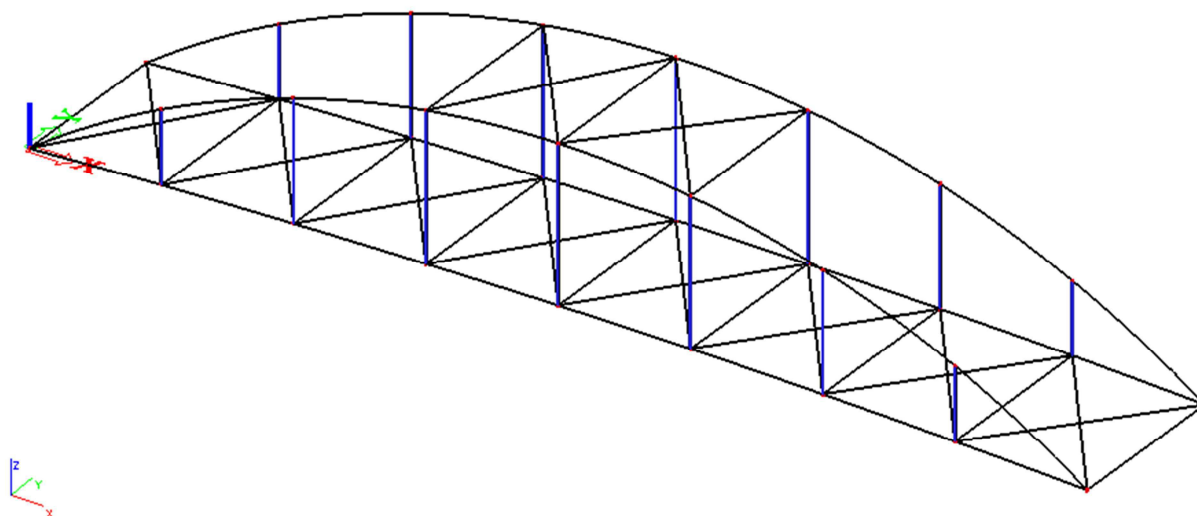
Podmínka 6.62:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

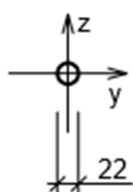
$$\frac{542,26 \cdot 10^3}{\frac{0,271 \cdot 3226 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,595 \cdot \frac{32,67 \cdot 10^3}{\frac{1,0 \cdot 324,47 \cdot 10^3}{1,0}} + 1,347 \cdot \frac{12,2 \cdot 10^3}{\frac{226,49 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

$$0,62 + 0,06 + 0,07 \leq 1,0$$

$$0,75 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje pro obd. profil } 280 \times 180 / 10.$$

2.7.3 Závěsy

Průřezové charakteristiky:



$$\begin{aligned}
 A &= 3,799 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 I_y &= 1,126 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \\
 I_z &= 1,126 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \\
 i_y &= 0,005 \text{ m} \\
 i_z &= 0,005 \text{ m} \\
 W_{pl,y} &= 1,747 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \\
 W_{pl,z} &= 1,747 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \\
 I_t &= 2,304 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \\
 I_w &= 6,917 \cdot 10^{-23} \text{ m}^6
 \end{aligned}$$

2.7.3.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 75,54 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,799 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 134,87 \text{ kN}$$

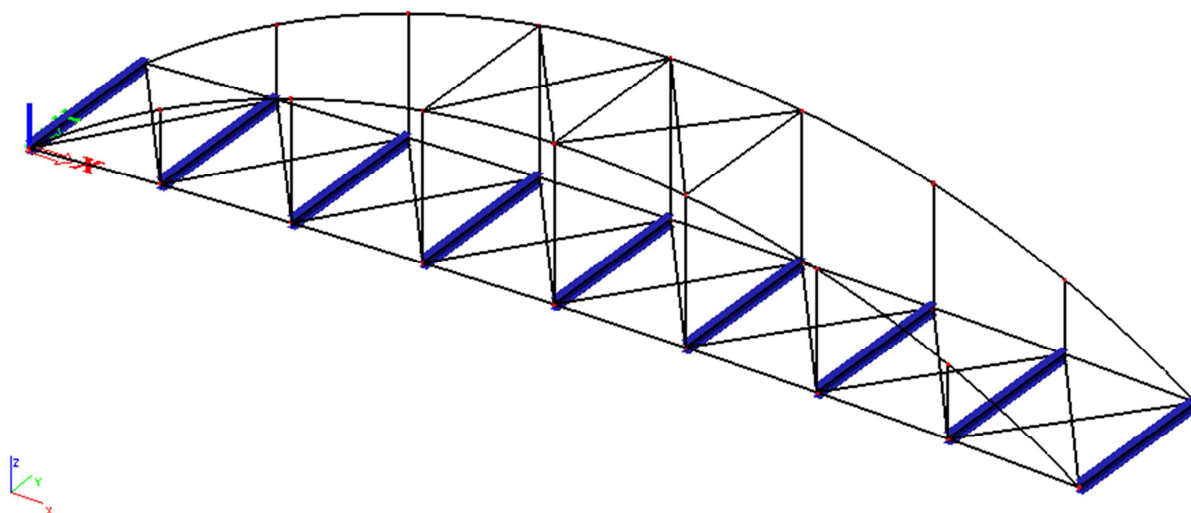
Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

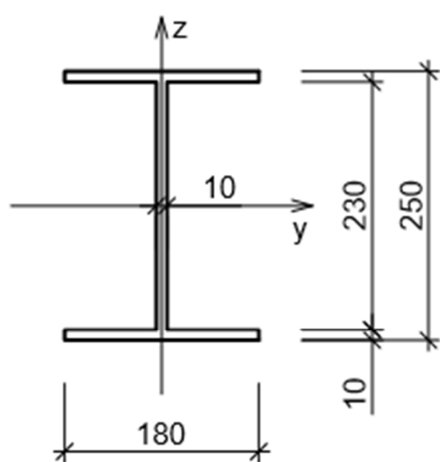
$$\frac{75,54 \text{ kN}}{134,87 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,56 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil kruh. tyč pr. 22mm.

2.7.4 Dolní příčnící



Průřezové charakteristiky:



$$A = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 6,201 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 9,739 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,103 \text{ m}$$

$$i_z = 0,041 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 5,643 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,678 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_t = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$I_w = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^6$$

Zatřídění stojiny:

$$\frac{c}{t} = \frac{222}{10} = 22,2 \leq 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

Zatřídění pásnice:

$$\frac{c}{t} = \frac{81}{10} = 8,1 \leq 10 \cdot \varepsilon = 10 \cdot 0,81 = 8,1 \Rightarrow \text{třída 2}$$

2.7.4.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)

$$M_{Ed} = 61,03 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,643 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 200,33 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{61,03 \text{ kN}}{200,33 \text{ kN}} \leq 1,0$$

0,31 < 1,0 => Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.4.2 Posouzení na ohyb (kolem osy z)

$$M_{Ed} = 13,58 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,678 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 59,57 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{13,58 \text{ kN}}{59,57 \text{ kN}} \leq 1,0$$

0,23 < 1,0 => Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.4.3 Posouzení na smyk

$$V_{Ed} = 64,25 \text{ kN}$$

Smyková plocha:

$$A_v = h_w \cdot t_w = 0,23 \cdot 0,01 = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Návrhová únosnost ve smyku:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}}}{1,0} = 471,41 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{64,25 \text{ kN}}{471,41 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$$0,14 < 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.}$$

2.7.4.4 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose y pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -58,46 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,34 \text{ (křivka b)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k rovině y:

$$L_{cr,y} = 4 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 6,201 \cdot 10^{-5}}{4^2} = 8032,69 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{8032,69 \cdot 10^3}} = 0,511$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,511 - 0,2) + 0,511^2] = 0,683$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,683 + \sqrt{0,683^2 - 0,511^2}} = 0,88$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,88 \cdot \frac{5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1843,16 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{58,46 \text{ kN}}{1843,16 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.4.5 Posouzení na rovinný vzpěr (vybočení kolmo k ose z pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -58,46 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k rovině z:

$$L_{cr,z} = 4 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 9,739 \cdot 10^{-6}}{4^2} = 1261,58 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1261,58 \cdot 10^3}} = 1,289$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,289 - 0,2) + 1,289^2] = 1,598$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,598 + \sqrt{1,598^2 - 1,289^2}} = 0,393$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,393 \cdot \frac{5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 823,14 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{58,46 \text{ kN}}{823,14 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,07 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.4.6 Posouzení na zkroucení (pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -58,46 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení zkroucením:

$$L_T = 4 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$\begin{aligned} N_{cr,T} &= \frac{1}{i_0^2} \cdot \left(G \cdot I_T + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega}{L_T^2} \right) = \\ &= \frac{1}{1,229 \cdot 10^{-2}} \cdot \left(81 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-7} + \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,4 \cdot 10^{-7}}{4^2} \right) = 2793,77 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$i_0^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 = 0,103^2 + 0,041^2 + 0 + 0 = 1,229 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{2793,77 \cdot 10^3}} = 0,75$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi_T = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,916$$

$$\chi_T = \frac{1}{\phi_T + \sqrt{\phi_T^2 - \lambda_T^2}} = \frac{1}{0,916 + \sqrt{0,916^2 - 0,75^2}} = 0,694$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi_T \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,694 \cdot \frac{5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1453,58 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{58,46 \text{ kN}}{1453,58 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,04 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.4.7 Posouzení na klopení

$$M_{Ed} = 61,03 \text{ kNm}$$

Bezrozměrný parametr kroucení:

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 4} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1,4 \cdot 10^{-7}}{81 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-7}}} = 1,058$$

Bezrozměrný parametr působíště zatížení:

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi \cdot 0,125}{1,0 \cdot 4} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 9,739 \cdot 10^{-6}}{81 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-7}}} = 1,103$$

Bezrozměrný parametr nesymetrie:

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} = 0$$

Bezrozměrný kritický moment:

$$C_1 = 1,13$$

$$C_2 = 0,46$$

$$C_3 = 0,53$$

$$\begin{aligned}\mu_{cr} &= \frac{C_1}{k_z} \cdot \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right] = \\ &= \frac{1,13}{1,0} \cdot \left[\sqrt{1 + 1,058^2 + (0,46 \cdot 1,103 - 0,53 \cdot 0)^2} - (0,46 \cdot 1,103 - 0,53 \cdot 0) \right] = 1,169\end{aligned}$$

Kritický moment:

$$\begin{aligned}M_{cr} &= \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} = \\ &= 1,169 \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 9,739 \cdot 10^{-6} \cdot 81 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-7}}}{4} = 167,12 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{5,643 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{137,12 \cdot 10^3}} = 1,095$$

Součinitel klopení:

$$\begin{aligned}\phi_{LT} &= 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,095 - 0,2) + 1,095^2] = 1,319\end{aligned}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1,319 + \sqrt{1,319^2 - 1,095^2}} = 0,487$$

Návrhová únosnost:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0,487 \cdot \frac{5,643 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 97,56 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{61,03 \text{ kN}}{97,56 \text{ kN}} \leq 1,0$$

0,63 < 1,0 => Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.4.8 Posouzení na ohyb a osový tlak

$$N_{Ed} = -51,57 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 61,03 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 2,28 \text{ kNm}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6 = 2094,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 5,643 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 200,33 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 1,678 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 = 59,57 \text{ kNm}$$

Součinitele ekvivalentního zatížení:

$$c_{my} = 0,9$$

$$c_{mz} = 0,9$$

$$c_{mLT} = 0,9$$

Interakční součinitele:

$$\begin{aligned} k_{yy} &= c_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \\ &= 0,9 \cdot \left(1 + (0,511 - 0,2) \cdot \frac{51,57 \cdot 10^3}{\frac{0,88 \cdot 2094,5 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 0,908 \end{aligned}$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,908 = 0,545$$

$$\begin{aligned} k_{zz} &= c_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \\ &= 0,9 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,289 - 0,6) \cdot \frac{51,57 \cdot 10^3}{\frac{0,393 \cdot 2094,5 \cdot 10^3}{1,0}} \right) = 1,012 \leq 0,979 \end{aligned}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,979 = 0,587$$

Podmínka 6.61:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{51,57 \cdot 10^3}{\frac{0,88 \cdot 2094,5 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,908 \cdot \frac{61,03 \cdot 10^3}{\frac{0,487 \cdot 200,33 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,587 \cdot \frac{2,28 \cdot 10^3}{\frac{59,57 \cdot 10^3}{1,0}} \leq 1,0$$

$$0,03 + 0,57 + 0,02 \leq 1,0$$

$0,67 \leq 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

Podmínka 6.62:

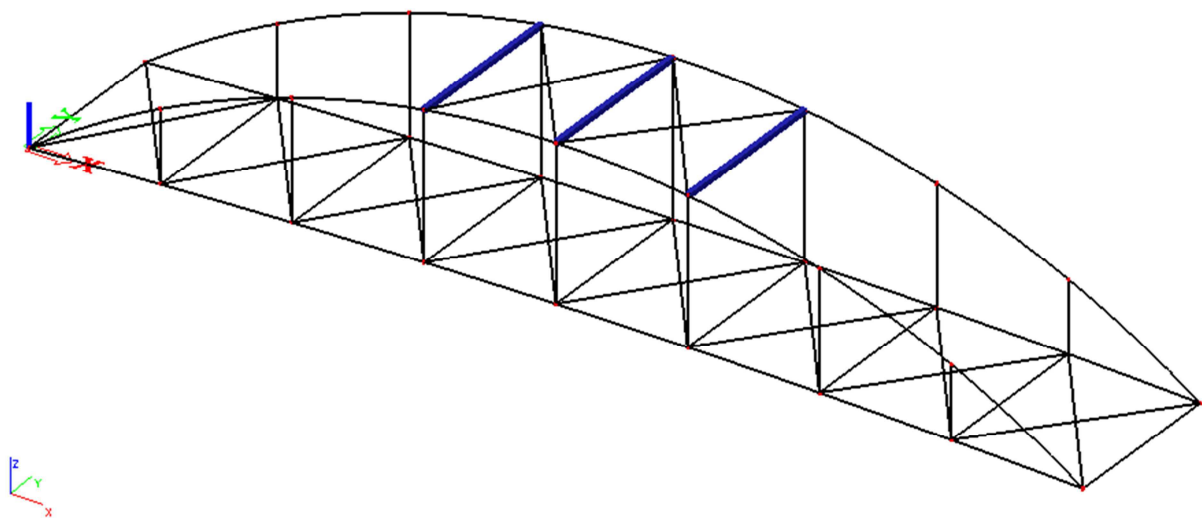
$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{51,57 \cdot 10^3}{\frac{0,393 \cdot 2094,5 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,545 \cdot \frac{61,03 \cdot 10^3}{\frac{0,487 \cdot 200,33 \cdot 10^3}{1,0}} + 0,979 \cdot \frac{2,28 \cdot 10^3}{\frac{59,57}{1,0}} \leq 1,0$$

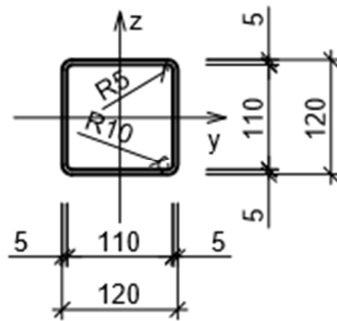
$$0,06 + 0,34 + 0,04 \leq 1,0$$

$0,44 \leq 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil I 250/10 180/10.

2.7.5 Horní příčky



Průřezové charakteristiky:



$$A = 2,236 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 4,855 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 4,855 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,047 \text{ m}$$

$$i_z = 0,047 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 8,091 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 8,091 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_t = 7,785 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_w = 1,037 \cdot 10^{-8} \text{ m}^6$$

Zatřídění stojiny:

$$\frac{c}{t} = \frac{100}{5} = 20 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

2.7.5.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 24,83 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

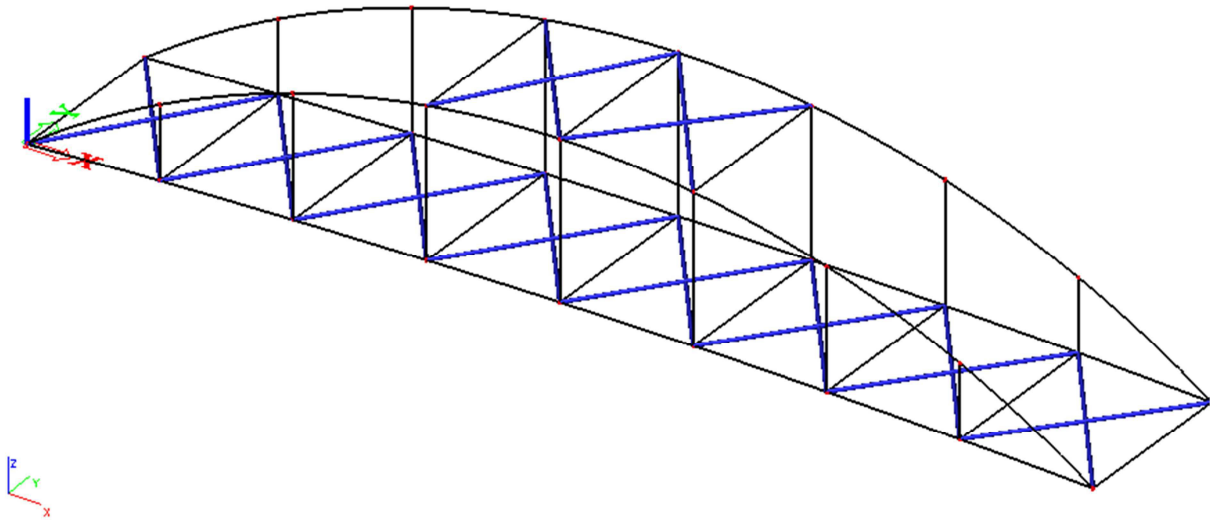
$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,236 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 793,78 \text{ kN}$$

Posouzení:

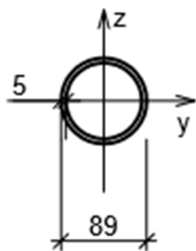
$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,83 \text{ kN}}{793,78 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil RHS 120x120/5.

2.7.6 Ztužení

Průřezové charakteristiky:



$$A = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 1,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,03 \text{ m}$$

$$i_z = 0,03 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 3,468 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 3,468 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_t = 2,33 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

Zatřídění průřezu:

$$\frac{d}{t} = \frac{88,9}{5} = 14,78 < 50 \cdot \varepsilon^2 = 50 \cdot 0,81^2 = 32,81 \Rightarrow \text{třída 1.}$$

2.7.6.1 Posouzení na tah

$$N_{Ed} = 79,26 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,32 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 468,6 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{79,26 \text{ kN}}{468,6 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,17 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil CHS 88,9/5.

2.7.6.2 Posouzení na rovinný vzpěr (pro maximální tlakovou sílu)

$$N_{Ed} = -26,81 \text{ kN}$$

Křivka vzpěrné pevnosti a součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka c)}$$

Vzpěrná délka pro vybočení kolmo k osám y a z:

$$L_{cr} = L_{cr,y} = L_{cr,z} = 5 \text{ m}$$

Pružná kritická síla:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,16 \cdot 10^{-6}}{5^2} = 96,17 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,32 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{96,17 \cdot 10^3}} = 2,207$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,207 - 0,2) + 2,207^2] = 3,427$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{3,427 + \sqrt{3,427^2 - 2,207^2}} = 0,165$$

Návrhová únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 0,165 \cdot \frac{1,32 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 77,32 \text{ kN}$$

Posouzení:

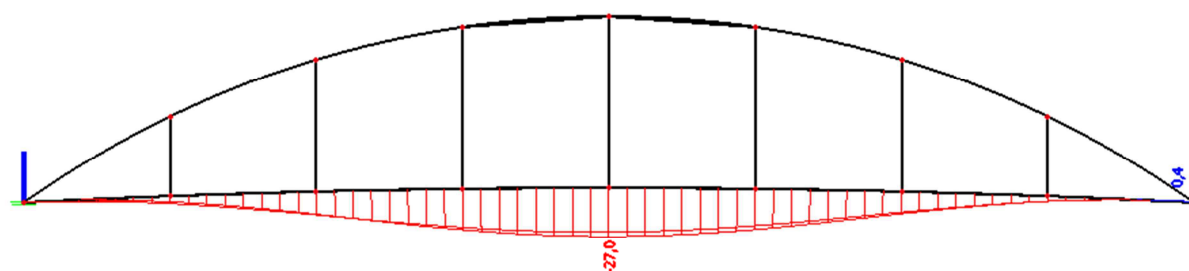
$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{26,81 \text{ kN}}{77,32 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,35 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil CHS 88,9/5.

2.8 Posouzení MSP

2.8.1 Svislý průhyb mostovky



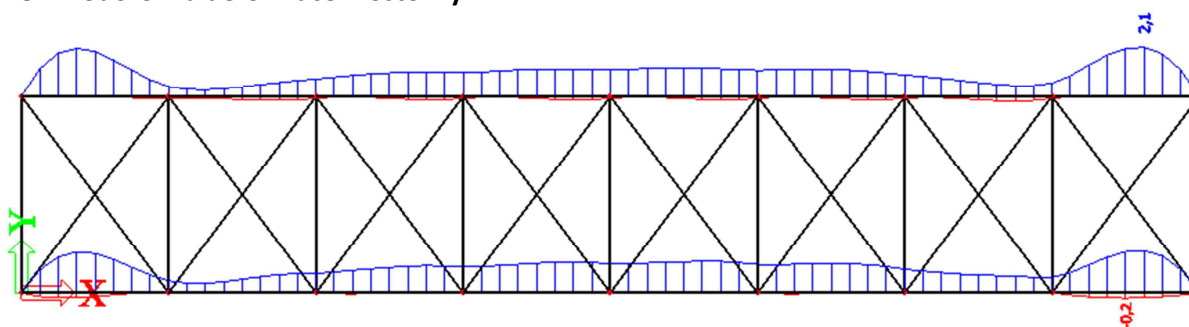
$$\delta_z = 27 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96 \text{ mm}$$

$$\delta_z \leq \delta_{lim}$$

$27 \text{ mm} < 96 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje.

2.8.2 Vodorovná deformace mostovky



$$\delta_z = 2,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96 \text{ mm}$$

$$\delta_z \leq \delta_{lim}$$

$$2,1 \text{ mm} < 96 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

2.9 Dynamická odezva konstrukce

2.9.1 Kombinace hmot

Hmoty byly automaticky přepočítány ze zadaného zatížení v jednotlivých zatěžovacích stavech (mimo zatěžovací stavy obsahující účinky větru a mimo zatěžovací stavy obsahující vodorovné účinky chodců na zábradlí). Umístění hmot odpovídá umístění zatížení v jednotlivých zatěžovacích stavech.

Přehled kombinací hmot:

$$CM1 = ZS1 + ZS2 + ZS 3$$

$$CM2 = ZS1 + ZS2 + ZS 5$$

$$CM3 = ZS1 + ZS2 + ZS 7$$

$$CM4 = ZS1 + ZS2 + ZS 9$$

$$CM5 = ZS1 + ZS2 + ZS 11$$

$$CM6 = ZS1 + ZS2 + ZS 13$$

$$CM7 = ZS1 + ZS2 + ZS 15$$

2.9.2 Výsledky vlastních frekvencí

Vlastní frekvence

N	f [Hz]	ω [1/s]	ω^2 [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM1				
1	1,67	10,47	109,54	0,60
2	1,79	11,27	126,98	0,56
3	2,93	18,42	339,29	0,34
4	2,96	18,62	346,79	0,34
5	4,31	27,11	734,83	0,23
6	4,38	27,50	756,09	0,23
7	5,21	32,74	1071,71	0,19
8	5,30	33,28	1107,72	0,19
9	5,32	33,39	1115,19	0,19
10	5,36	33,70	1135,73	0,19
11	5,58	35,03	1227,31	0,18
12	5,77	36,26	1314,74	0,17
Kombinace hmot : CM2				
1	1,79	11,27	127,11	0,56
2	2,02	12,71	161,48	0,49
3	3,32	20,83	433,98	0,30
4	3,55	22,29	497,01	0,28
5	5,13	32,21	1037,62	0,20
6	5,26	33,05	1092,36	0,19
7	5,39	33,89	1148,60	0,19
8	5,73	35,97	1294,09	0,17
9	6,08	38,20	1458,88	0,16
10	6,39	40,17	1613,25	0,16
11	6,59	41,40	1714,01	0,15
12	7,24	45,46	2066,98	0,14
Kombinace hmot : CM3				
1	1,79	11,27	127,12	0,56
2	2,02	12,66	160,40	0,50
3	3,39	21,30	453,63	0,29
4	3,59	22,54	508,07	0,28
5	5,31	33,35	1112,43	0,19
6	5,33	33,51	1122,63	0,19
7	5,72	35,94	1291,50	0,17
8	5,89	36,99	1368,08	0,17
9	6,13	38,52	1484,11	0,16
10	6,37	39,99	1599,54	0,16
11	6,91	43,42	1885,58	0,14
12	6,95	43,67	1907,28	0,14

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM4				
1	1,79	11,27	127,12	0,56
2	1,99	12,53	156,93	0,50
3	3,55	22,33	498,47	0,28
4	3,75	23,58	555,84	0,27
5	5,34	33,55	1125,51	0,19
6	5,55	34,88	1216,51	0,18
7	6,51	40,92	1674,71	0,15
8	6,66	41,86	1751,87	0,15
9	6,85	43,02	1850,88	0,15
10	7,04	44,21	1954,55	0,14
11	7,10	44,63	1991,61	0,14
12	7,35	46,19	2133,75	0,14
Kombinace hmot : CM5				
1	1,79	11,27	127,12	0,56
2	1,99	12,53	156,93	0,50
3	3,55	22,32	498,40	0,28
4	3,75	23,58	555,85	0,27
5	5,33	33,51	1122,62	0,19
6	5,56	34,93	1220,13	0,18
7	6,51	40,92	1674,71	0,15
8	6,66	41,86	1751,87	0,15
9	6,85	43,02	1850,99	0,15
10	7,04	44,21	1954,73	0,14
11	7,10	44,63	1991,61	0,14
12	7,35	46,19	2133,68	0,14

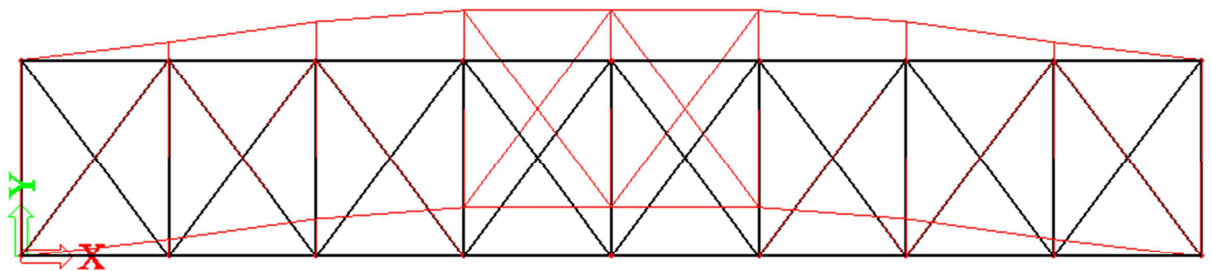
N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM6				
1	1,79	11,27	127,12	0,56
2	2,06	12,93	167,25	0,49
3	3,26	20,50	420,40	0,31
4	3,68	23,10	533,39	0,27
5	5,21	32,72	1070,88	0,19
6	5,86	36,82	1355,98	0,17
7	5,93	37,26	1388,16	0,17
8	6,70	42,08	1770,58	0,15
9	6,85	43,02	1850,87	0,15
10	7,14	44,83	2009,99	0,14
11	7,35	46,19	2133,25	0,14
12	7,47	46,93	2202,41	0,13
Kombinace hmot : CM7				
1	1,79	11,27	127,12	0,56
2	2,06	12,93	167,09	0,49
3	3,26	20,49	419,94	0,31
4	3,68	23,09	533,16	0,27
5	5,21	32,71	1070,00	0,19
6	5,86	36,81	1355,30	0,17
7	5,93	37,25	1387,56	0,17
8	6,70	42,07	1770,16	0,15
9	6,85	43,02	1850,33	0,15
10	7,13	44,83	2009,58	0,14
11	7,35	46,18	2132,70	0,14
12	7,47	46,93	2201,99	0,13

2.9.3 Zhodnocení výsledků vlastních frekvencí

Z hlediska výsledků vlastních frekvencí je nejhorší kombinací hmot kombinace CM1, kdy se po ocelové lávce pohybují chodci po celé ploše mostovky. Pokud je některá vlastní frekvence svislého kmitání lávky v oblasti 1 Hz až 5 Hz a/nebo vlastní frekvence vodorovného kmitání nosné konstrukce je v oblasti 0,5 Hz až 2,5 Hz, je třeba provést podrobnou analýzu dynamického chování lávky. U této varianty konstrukce ocelové lávky nepodařilo dostat se s vlastními frekvencemi mimo tyto meze. V případě realizace této varianty by bylo nutné celou konstrukci podrobněji posoudit na dynamickém modelu, nebo navrhnout tlumič kmitání.

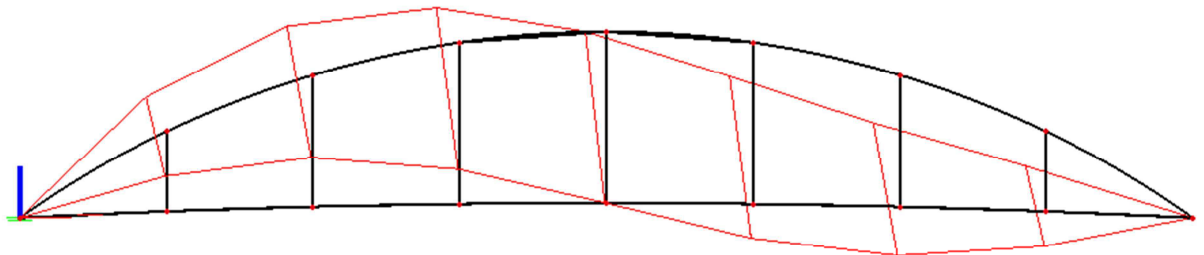
- c) První vlastní tvar (CM1) ve vodorovném směru

$$f_{1,y} = 1,79 \text{ Hz}$$



- d) První vlastní tvar (CM1) ve svislém směru

$$f_{1,z} = 1,67 \text{ Hz}$$



3. Hodnocení variant**3.1 Výkaz materiálu**

Na zhotovení nosné konstrukce ocelové lávky pro pěší podle varianty A bude použito 12,87 t oceli S355 a na zhotovení nosné konstrukce ocelové lávky pro pěší podle varianty B bude použito 16,79 t oceli S355. Z pohledu spotřeby materiálu vychází výhodněji varianta A.

Výkaz materiálu - varianta A					
Průřez	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Počet [ks]	Délka celkem [m]	Hmotnost [kg]
Horní pás RHS 260x180/8	51,53	27,18	2	54,36	2801,2
Dolní pás RHS 260x180/8	51,53	24,04	2	48,08	2477,6
Diagonály RHS 140x140/6	24,52	2,56	4	10,24	251,1
	24,52	3,13	4	12,52	307
	24,52	3,03	4	12,12	297,2
	24,52	3,18	4	12,72	311,9
	24,52	3,37	4	13,48	330,5
	24,52	3,61	4	14,44	354,1
	24,52	3,58	4	14,32	351,1
	24,52	3,41	4	13,64	334,5
Dolní příčník 200/8x160/6	38,69	4	10	40	1547,6
Horní příčník RHS 140x140/5	20,69	4	5	20	413,8
Ztužení RHS 100x100/5	14,41	4,81	18	86,58	1247,6
	14,41	4,83	8	38,64	556,8
Podélníky IPE 140	12,87	25,04	4	100,16	1289,1
Celková hmotnost [t]:					12,87

Výkaz materiálu - varianta B					
Průřez	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Počet [ks]	Délka celkem [m]	Hmotnost [kg]
Horní pás 280x180/10	72,22	70,29	2	140,58	10152,7
Dolní pás 250/10x180/8	42,7	24,01	2	48,02	2050,5
Závěsy $\phi 22$	10,36	1,63	4	6,52	67,5
	10,36	2,69	4	10,76	111,5
	10,36	3,3	4	13,2	136,8
	10,36	3,5	2	7	72,5
Dolní příčník 250/180/10	46,32	4	9	36	1667,5
Horní příčník RHS 120x120/5	17,55	4	3	12	210,6
Ztužení CHS 88,9/5	10,36	5	16	80	828,8
	10,36	5,01	4	20,04	207,6
Podélníky IPE 140	12,87	25,01	4	100,04	1287,5
Celková hmotnost [t]:					16,79

3.2 Počet prutů

Konstrukce varianty A je sestavena z 85 prutů. Konstrukce varianty B je sestavena z 46 prutů. Varianta B obsahuje méně prutů. Dá se předpokládat, že její výroba bude méně pracná, takže se jeví jako výhodnější.

3.3 Nátěrové plochy

Pro realizaci protikoroze ochrany bude spotřebováno 262,3 m² nátěru pro variantu A a 350,8m² nátěru pro variantu B v jedné vrstvě. Z pohledu nátěrových ploch vychází výhodněji varianta A. Protikoroze ochrana se realizuje ve více vrstvách (zpravidla ve čtyřech), čímž se rozdíl v nátěrových plochách zvýší. Dále se musí uvažovat ta skutečnost, že protikoroze ochrana se po dobu životnosti konstrukce bude několikrát obnovovat.

Nátěrové plochy - varianta A					
Průřez	Jednotková plocha [m ² /bm]	Délka [m]	Počet [ks]	Délka celkem [m]	Nátěrová plocha [m ²]
Horní pás RHS 260x180/8	0,846	27,18	2	54,36	46
Dolní pás RHS 260x180/8	0,846	24,04	2	48,08	40,7
Diagonály RHS 140x140/6	0,587	2,56	4	10,24	6
	0,587	3,13	4	12,52	7,3
	0,587	3,03	4	12,12	7,1
	0,587	3,18	4	12,72	7,5
	0,587	3,37	4	13,48	7,9
	0,587	3,61	4	14,44	8,5
	0,587	3,58	4	14,32	8,4
	0,587	3,41	4	13,64	8
Dolní příčník 200/8x160/6	0,064	4	10	40	2,6
Horní příčník RHS 140x140/5	0,583	4	5	20	11,7
Ztužení RHS 120x120/5	0,423	4,81	18	86,58	36,6
	0,423	4,83	8	38,64	16,3
Podélníky IPE 140	0,476	25,04	4	100,16	47,7
Celková nátěrová plocha [m ²]:					262,3

Výkaz materiálu - varianta B					
Průřez	Jednotková plocha [m ² /bm]	Délka [m]	Počet [ks]	Délka celkem [m]	Nátěrová plocha [m ²]
Horní pás 280x180/10	0,92	70,29	2	140,58	129,3
Dolní pás 250/10x180/8	1,196	24,01	2	48,02	57,4
Závěsy $\phi 22$	0,138	1,63	4	6,52	0,9
	0,138	2,69	4	10,76	1,5
	0,138	3,3	4	13,2	1,8
	0,138	3,5	2	7	1
Dolní příčník 250/10x180/10	1,192	4	9	36	42,9
Horní příčník RHS 120x120/5	0,423	4	3	12	5,1
Ztužení CHS 88,9/5	0,559	5	16	80	44,7
	0,559	5,01	4	20,04	11,2
Podélníky IPE 140	0,55	25,01	4	100,04	55
Celková nátěrová plocha [m ²]:					350,8

3.4 Dynamické účinky

Pokud je některá vlastní frekvence svislého kmitání lávky v oblasti 1 Hz až 5 Hz a/nebo vlastní frekvence vodorovného kmitání nosné konstrukce je v oblasti 0,5 Hz až 2,5 Hz, je třeba provést podrobnou analýzu dynamického chování lávky. Modální analýza obou variant stanovila vlastní tvary a frekvence obou konstrukcí. Varianta A byla se všemi vypočtenými vlastními frekvencemi mimo výše uvedená rozmezí, kdežto varianta B měla často hodnoty vlastních frekvencí ve výše uvedených rozmezích. Z pohledu kmitání konstrukce pohybem chodců a podle kritéria pohody chodců se jeví jako výhodnější varianta A.

3.5 Estetika

Obě varianty si jsou svými rozměry a geometrií podobné. Zařazení do okolní zástavby bude v obou případech srovnatelné. Jediným podstatným rozdílem je, že z varianty B bude pro chodce pohybující se po lávce méně rušený výhled do okolí.

3.6 Závěr

Po zvážení všech výše uvedených kritérií byla vybrána k detailnějšímu posouzení varianta A.

4. Varianta A – detailnější posouzení

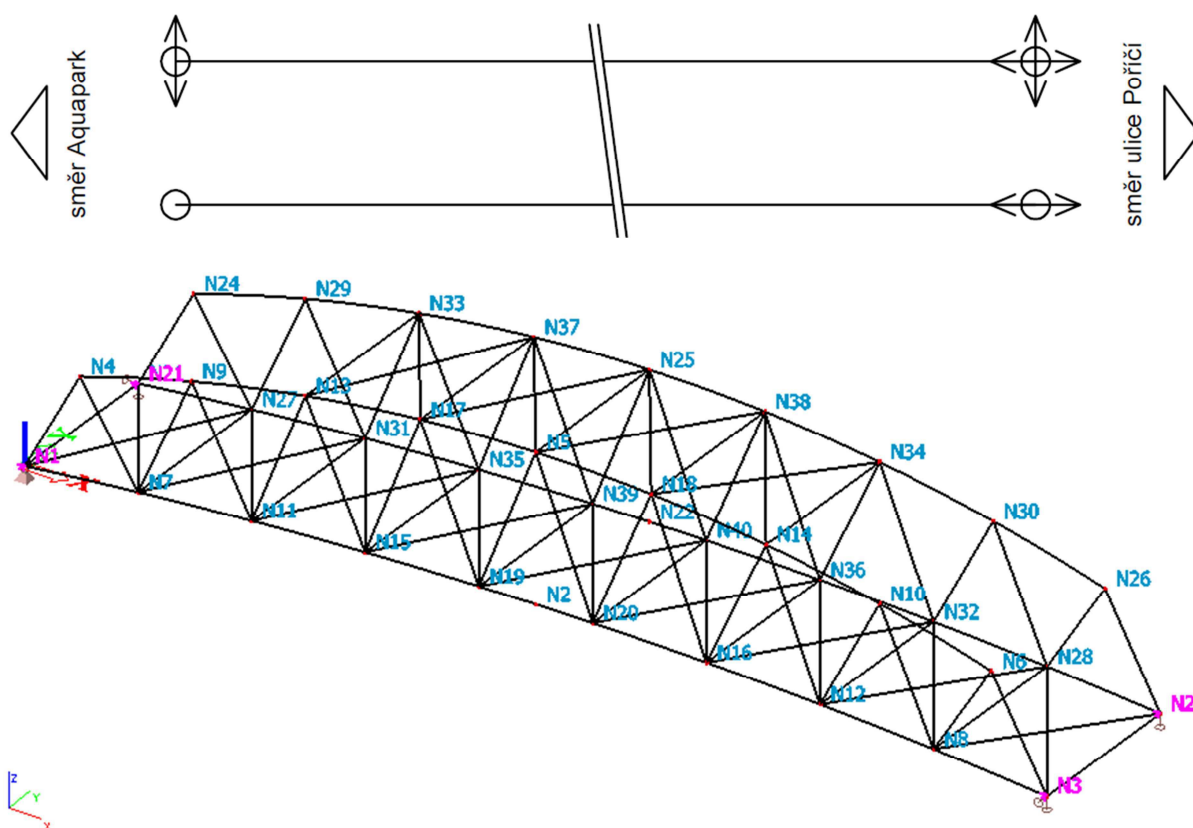
4.1 Uložení ocelové lávky

4.1.1 Výsledky reakcí

Lineární výpočet, Extrém : Uzel
Výběr : Vše
Kombinace : 6.10

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
*Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Studentská verze: *Student							
Sn1/N1	6.10/1	-192,04	-87,57	54,17	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	6.10/25	82,15	38,01	212,65	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	6.10/11	-182,59	-104,37	166,20	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	6.10/10	-77,36	-52,00	23,73	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	6.10/9	-96,18	-0,03	294,16	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	6.10/26	0,00	0,00	79,10	0,00	0,00	0,00
Sn2/N21	6.10/15	-178,06	0,00	140,57	0,00	0,00	0,00
Sn2/N21	6.10/1	157,07	0,00	195,56	0,00	0,00	0,00
Sn2/N21	6.10/26	0,00	0,00	79,10	0,00	0,00	0,00
Sn2/N21	6.10/38	-60,59	0,00	38,38	0,00	0,00	0,00
Sn2/N21	6.10/2	117,22	0,00	318,95	0,00	0,00	0,00
Sn3/N3	6.10/26	0,00	0,00	79,10	0,00	0,00	0,00
Sn3/N3	6.10/11	0,00	-54,03	180,31	0,00	0,00	0,00
Sn3/N3	6.10/21	0,00	14,27	168,48	0,00	0,00	0,00
Sn3/N3	6.10/10	0,00	-26,21	30,48	0,00	0,00	0,00
Sn3/N3	6.10/9	0,00	0,03	304,54	0,00	0,00	0,00
Sn4/N23	6.10/26	0,00	0,00	79,10	0,00	0,00	0,00
Sn4/N23	6.10/38	0,00	0,00	47,63	0,00	0,00	0,00
Sn4/N23	6.10/8	0,00	0,00	312,13	0,00	0,00	0,00

4.1.2 Schéma uložení ocelové lávky



4.1.3 Ložiska

- a) Pevné ložisko (uzel N1)

Přípustné zatížení ve směru z:

$$F_z = 625 \text{ kN}$$

$$R_z \leq F_z$$

$$294,16 \text{ kN} \leq 625 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Přípustné zatížení ve směru y:

$$F_y = 230 \text{ kN}$$

$$R_y \leq F_y$$

$$104,37 \text{ kN} \leq 230 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Přípustné zatížení ve směru x:

$$F_x = 230 \text{ kN}$$

$$R_x \leq F_x$$

$$192,04 \text{ kN} \leq 230 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

- b) Posuvné ložisko směrem x (uzel N3)

Přípustné zatížení ve směru z:

$$F_z = 625 \text{ kN}$$

$$R_z \leq F_z$$

$$304,54 \text{ kN} \leq 625 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Přípustné zatížení ve směru y:

$$F_y = 230 \text{ kN}$$

$$R_y \leq F_y$$

$$54,03 \text{ kN} \leq 230 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

- c) Posuvné ložisko směrem y (uzel N21)

Přípustné zatížení ve směru z:

$$F_z = 625 \text{ kN}$$

$$R_z \leq F_z$$

$$318,95 \text{ kN} \leq 625 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Přípustné zatížení ve směru x:

$$F_x = 230 \text{ kN}$$

$$R_x \leq F_x$$

$$178,06 \text{ kN} \leq 230 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

- d) Posuvné ložisko směry x a y (uzel N23)

Přípustné zatížení ve směru z:

$$F_z = 625 \text{ kN}$$

$$R_z \leq F_z$$

$$312,13 \text{ kN} \leq 625 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2 Přípoje

4.2.1 Posouzení průřezů

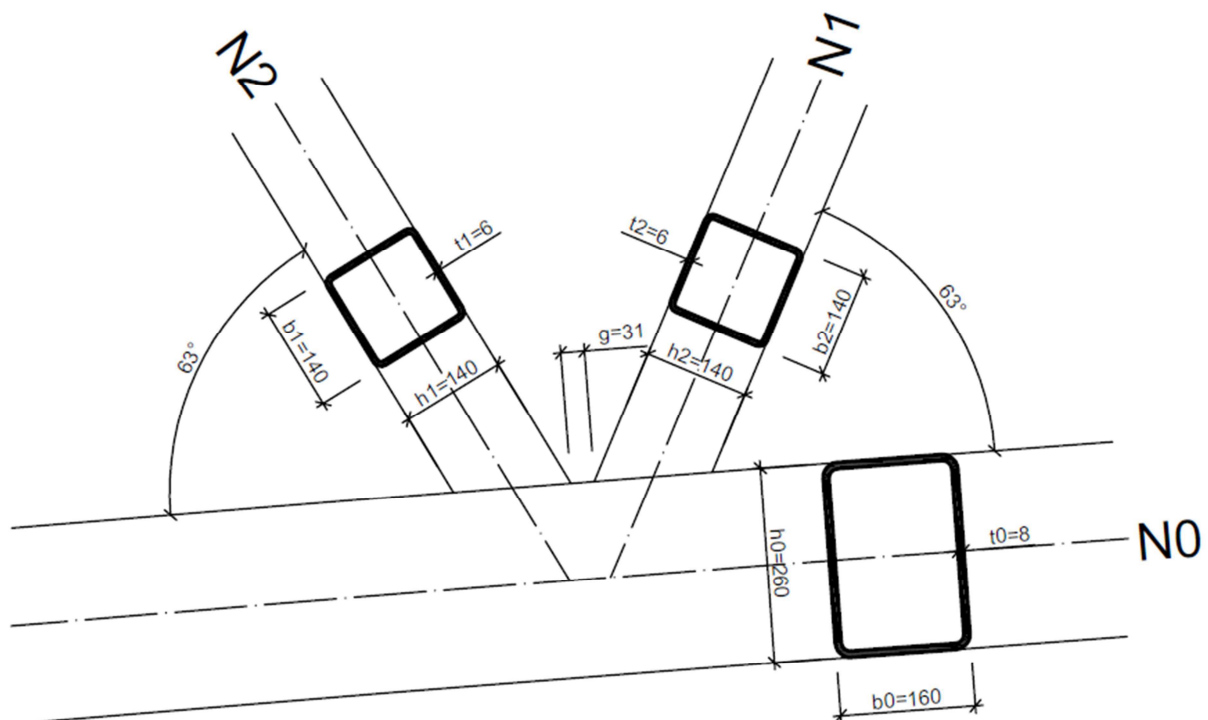
4.2.1.1 Připojení diagonál k dolním a horním pásům

Posouzení je provedeno pro nejvíce namáhaný styčník (uzel N27). V něm je k taženému dolnímu pásu (prut B24) připojena nejvíce tažená diagonála (prut B28) a nejvíce tlačенá diagonála (prut B30).

$$N_{0,Ed} = N_{B24} = 401,36 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = N_{B30} = -159,53 \text{ kN}$$

$$N_{2,Ed} = N_{B28} = 233,15 \text{ kN}$$



4.2.1.1.1 Porušení povrchu pásu

$$\beta = \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \cdot b_0} = \frac{0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14}{4 \cdot 0,18} = 0,778$$

$$\eta = \frac{h_1}{b_0} = \frac{0,14}{0,18} = 0,778$$

$$\gamma = \frac{b_0}{2 \cdot t_0} = \frac{0,18}{2 \cdot 0,008} = 11,25$$

Tlačená diagonála:

$$k_n = 1,3 - \frac{0,4 \cdot \eta}{\beta} = 1,3 - \frac{0,4 \cdot 0,778}{0,778} = 0,9$$

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \cdot k_n \cdot f_{y,0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_1} \cdot \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \cdot b_0 \cdot \gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \cdot 0,9 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,008^2 \cdot \sqrt{11,25}}{\sin 63^\circ} \cdot \frac{0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14}{4 \cdot 0,18 \cdot 1,0} = 532,83 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$$

$$159,53 \text{ kN} < 532,83 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Tažená diagonála:

$$k_n = 1,0$$

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \cdot k_n \cdot f_{y,0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_2} \cdot \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \cdot b_0 \cdot \gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,008^2 \cdot \sqrt{11,25}}{\sin 63^\circ} \cdot \frac{0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14}{4 \cdot 0,18 \cdot 1,0} = 592,04 \text{ kN}$$

$$N_{2,Ed} \leq N_{2,Rd}$$

$$233,15 \text{ kN} < 592,04 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.1.2 Porušení pásu smykem

Dolní pás:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot g^2}{3 \cdot t_0^2}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot 0,031^2}{3 \cdot 0,008^2}}} = 0,218$$

$$A_v = (2 \cdot h_0 + \alpha \cdot b_0) \cdot t_0 = (2 \cdot 0,26 + 0,218 \cdot 0,18) \cdot 0,008 = 4,474 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$N_{0,Rd} = \frac{(A_0 - A_v) \cdot f_{y,0} + A_v \cdot f_{y,0} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}}\right)^2}}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{(6,564 \cdot 10^{-3} - 4,474 \cdot 10^{-3}) \cdot 355 \cdot 10^6 + 4,474 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{9,58 \cdot 10^3}{794,98 \cdot 10^3}\right)^2}}{1,0} =$$

$$= 2330,11 \text{ kN}$$

$$N_{0,Ed} \leq N_{0,Rd}$$

$$401,36 \text{ kN} < 2330,11 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Tlačená diagonála:

$$N_{1,Rd} = \frac{\frac{f_{y,0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_1}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{355 \cdot 10^6 \cdot 4,474 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \sin 63^\circ}}{1,0} = 1029,16 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$$

$$159,53 \text{ kN} < 1029,16 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Tažená diagonála:

$$N_{2,Rd} = \frac{\frac{f_{y,0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_2}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{355 \cdot 10^6 \cdot 4,474 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \sin 63^\circ}}{1,0} = 1029,16 \text{ kN}$$

$$N_{2,Ed} \leq N_{2,Rd}$$

$$233,15 \text{ kN} < 1029,16 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.1.3 Porušení mezipásmového prutu

Tlačená diagonála:

$$b_{eff} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0} \cdot \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{f_{y,1} \cdot t_1}} \cdot b_1 = \frac{10}{\frac{0,18}{0,008} \cdot \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008}{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008}} \cdot 0,14 = 0,062 \text{ m}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y,1} \cdot t_1 \cdot (2 \cdot h_1 - 4 \cdot t_1 + b_1 + b_{eff})}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008 \cdot (2 \cdot 0,14 - 4 \cdot 0,008 + 0,14 + 0,062)}{1,0} = 1278 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$$

$$159,53 \text{ kN} < 1278 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Tažená diagonála:

$$b_{eff} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{f_{y,2} \cdot t_2} \cdot b_2 = \frac{10}{\frac{0,18}{0,008}} \cdot \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008}{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008} \cdot 0,14 = 0,062 \text{ m}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{f_{y,2} \cdot t_2 \cdot (2 \cdot h_2 - 4 \cdot t_2 + b_2 + b_{eff})}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008 \cdot (2 \cdot 0,14 - 4 \cdot 0,008 + 0,14 + 0,062)}{1,0} = 1278 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$$

$$233,15 \text{ kN} < 1278 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.1.4 Prolomení smykem

$$\beta \leq 1 - \frac{1}{\gamma}$$

$$0,778 \leq 1 - \frac{1}{11,25}$$

$$0,778 < 0,911$$

Tlačená diagonála:

$$b_{e,p} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot b_1 = \frac{10}{\frac{0,18}{0,008}} \cdot 0,14 = 0,062 \text{ m}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_1} \cdot \frac{\frac{2 \cdot h_1}{\sin \theta_1} + b_1 + b_{e,p}}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008}{\sqrt{3} \cdot \sin 63^\circ} \cdot \frac{\frac{2 \cdot 0,14}{\sin 63^\circ} + 0,14 + 0,062}{1,0} = 950,03 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$$

$$159,53 \text{ kN} < 950,03 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Tažená diagonála:

$$b_{e,p} = \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot b_2 = \frac{10}{\frac{0,18}{0,008}} \cdot 0,14 = 0,062 \text{ m}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_2} \cdot \frac{\frac{2 \cdot h_2}{\sin \theta_2} + b_2 + b_{e,p}}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008}{\sqrt{3} \cdot \sin 63^\circ} \cdot \frac{\frac{2 \cdot 0,14}{\sin 63^\circ} + 0,14 + 0,062}{1,0} = 950,03 \text{ kN}$$

$$N_{2,Ed} \leq N_{2,Rd}$$

$$233,15 \text{ kN} < 950,03 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.1.5 Podmínky platnosti

Typ styčnicku K s mezerou:

$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,14}{0,18} = 0,778 \geq 0,35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,14}{0,18} = 0,778 \geq 0,35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,14}{0,18} = 0,778 \geq 0,1 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{h_0} = 0,1 + 0,01 \cdot \frac{0,18}{0,26} = 0,325 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,14}{0,18} = 0,778 \geq 0,1 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{h_0} = 0,1 + 0,01 \cdot \frac{0,18}{0,26} = 0,325 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Pro tlačný mezipásmový prut:

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{0,14}{0,008} = 17,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{0,14}{0,008} = 17,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$0,5 \leq \frac{h_1}{b_1} = \frac{0,14}{0,14} = 1,0 \leq 2 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Pro tažený mezipásmový prut:

$$\frac{b_2}{t_2} = \frac{0,14}{0,008} = 17,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{h_2}{t_2} = \frac{0,14}{0,008} = 17,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$0,5 \leq \frac{h_2}{b_2} = \frac{0,14}{0,14} = 1,0 \leq 2 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Pro dolní pás:

$$0,5 \leq \frac{h_0}{b_0} = \frac{0,26}{0,18} = 1,444 \leq 2 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{b_0}{t_0} = \frac{0,18}{0,008} = 22,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{0,26}{0,008} = 32,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Pro mezeru:

$$0,5 \cdot (1 - \beta) \leq \frac{g}{b_0} \leq 1,5 \cdot (1 - \beta)$$

$$0,5 \cdot (1 - 0,778) \leq \frac{0,031}{0,18} \leq 1,5 \cdot (1 - 0,778)$$

$$0,111 \leq 0,172 \leq 0,333 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

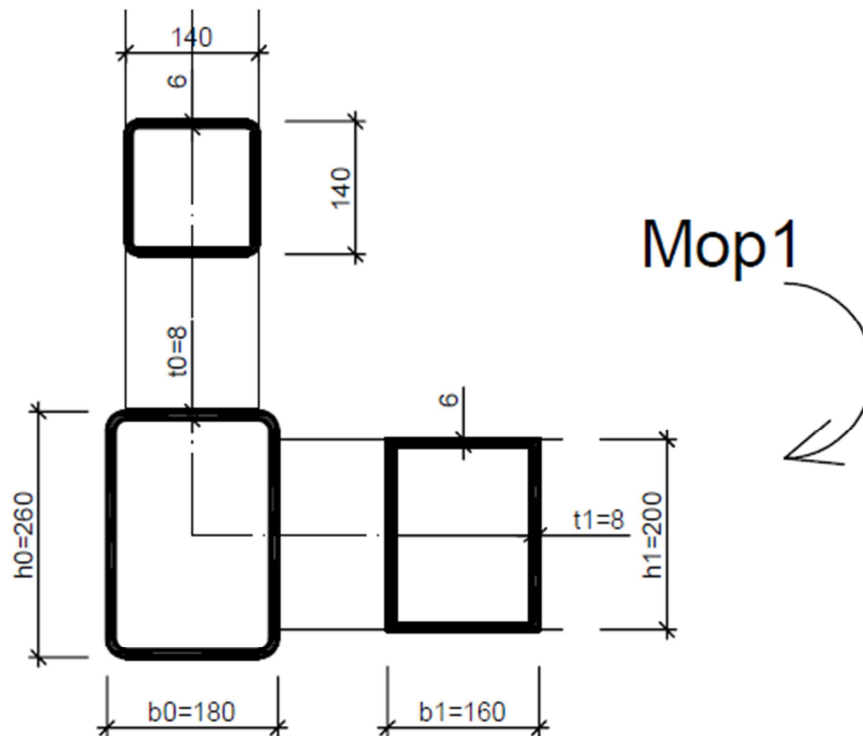
$$g \geq t_1 + t_2$$

$$0,031 \geq 0,006 + 0,006 = 0,012 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.2 Připojení dolních příčníků k dolním pásům

Posouzení je provedeno pro nejvíce namáhaný styčník (uzel N39). V něm je k taženému dolnímu pásu (prut B24) připojena nejvíce tažená diagonála (prut B28) a nejvíce tlačенá diagonála (prut B30).

$$M_{1,Ed} = M_{B48} = 25,64 \text{ kNm}$$



$$\beta = \frac{b_1}{b_0} = \frac{0,16}{0,18} = 0,889$$

$$\eta = \frac{h_1}{b_0} = \frac{0,2}{0,18} = 1,111$$

$$\gamma = \frac{b_0}{2 \cdot t_0} = \frac{0,18}{2 \cdot 0,008} = 11,25$$

4.2.1.2.1 Porušení povrchu pásu

$$\beta \leq 0,85$$

$$\beta \leq 0,85 \Rightarrow \text{Nenastane.}$$

4.2.1.2.2 Porušení boční stěny pásu

$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y,0} \cdot t_0 \cdot (b_0 - t_0) \cdot (h_1 + 5 \cdot t_0)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008 \cdot (0,18 - 0,008) \cdot (0,2 + 5 \cdot 0,008)}{1,0} = 117,24 \text{ kNm}$$

$$M_{1,Ed} \leq M_{op,1,Rd}$$

$$25,64 \text{ kN} < 117,24 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.2.3 Porušení pásu zkroucením

$$M_{op,1,Rd} = \frac{2 \cdot f_{y,0} \cdot t_0 \cdot (h_1 \cdot t_0 + \sqrt{b_0 \cdot h_0 \cdot t_0 \cdot (b_0 + h_0)})}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,008 \cdot (0,2 \cdot 0,008 + \sqrt{0,18 \cdot 0,26 \cdot 0,008 \cdot (0,18 + 0,26)})}{1,0} = 81,99 \text{ kNm}$$

$$M_{1,Ed} \leq M_{op,1,Rd}$$

$$25,64 \text{ kN} < 81,99 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.2.4 Porušení mezipásmového prutu

$$b_{eff} = \frac{10}{b_0} \cdot \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{f_{y,1} \cdot t_1} \cdot b_1 = \frac{10}{0,18} \cdot \frac{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008}{355 \cdot 10^6 \cdot 0,008} \cdot 0,16 = 0,007 \text{ m}$$

$$M_{op,1,Rd} = \left(W_{pl,1} - 0,5 \cdot \left(1 - \frac{b_{eff}}{b_1} \right)^2 \cdot b_1^2 \cdot t_1 \right) \cdot \frac{f_{y,1}}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \left(2,923 \cdot 10^{-4} - 0,5 \cdot \left(1 - \frac{0,007}{0,16} \right)^2 \cdot 0,16^2 \cdot 0,008 \right) \cdot \frac{355 \cdot 10^6}{1,0} = 87,15 \text{ kNm}$$

$$M_{1,Ed} \leq M_{op,1,Rd}$$

$$25,64 \text{ kN} < 87,15 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.2.5 Podmínky platnosti

Typ styčnicku T:

$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,16}{0,18} = 0,889 \geq 0,25 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Pro tlačný mezipásmový prut:

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{0,16}{0,006} = 26,67 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{0,2}{0,008} = 25 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$0,5 \leq \frac{h_1}{b_1} = \frac{0,2}{0,16} = 1,25 \leq 2 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

Pro dolní pás:

$$0,5 \leq \frac{h_0}{b_0} = \frac{0,26}{0,18} = 1,444 \leq 2 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{b_0}{t_0} = \frac{0,18}{0,008} = 22,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{0,26}{0,008} = 32,5 \leq 35 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.1.3 Zalomení horního pásu

Posouzení je provedeno pro nejvíce namáhané zalomení horního pásu (uzel N4).

$$N_{Ed} = N_{B26} = 308,52 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = M_{B26} = 4,46 \text{ kNm}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,564 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 2330,22 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,727 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 203,31 \text{ kNm}$$

$$\kappa_{90} = \frac{\sqrt[3]{\frac{b_0}{h_0}}}{\left(\frac{b_0}{h_0}\right)^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2 \cdot \frac{b_0}{h_0}} = \frac{\sqrt[3]{\frac{0,18}{0,26}}}{\left(\frac{0,18}{0,26}\right)^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2 \cdot \frac{0,18}{0,26}} = 1,607$$

$$\kappa = 1 - \left(\sqrt{2} \cdot \cos \frac{\theta}{2} \right) \cdot (1 - \kappa_{90}) = 1 - \left(\sqrt{2} \cdot \cos \frac{135}{2} \right) \cdot (1 - \kappa_{90}) = 1,329$$

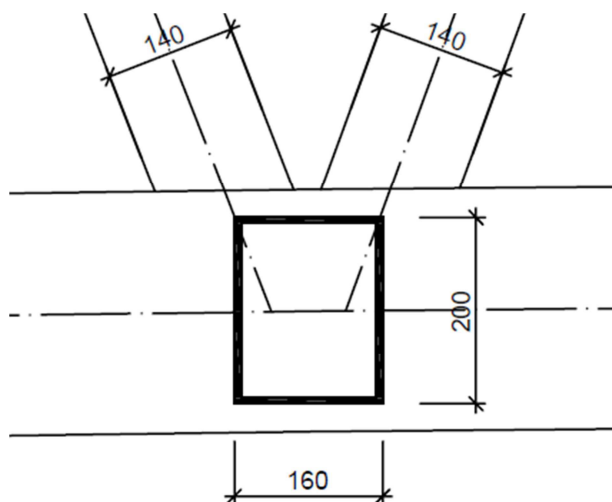
$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq \kappa$$

$$\frac{308,56 \text{ kN}}{2330,22 \text{ kN}} + \frac{4,46 \text{ kNm}}{203,31 \text{ kNm}} \leq 1,329$$

$$0,15 < 1,329 \Rightarrow \text{Vyhovuje.}$$

4.2.2 Posouzení svarových přípojí

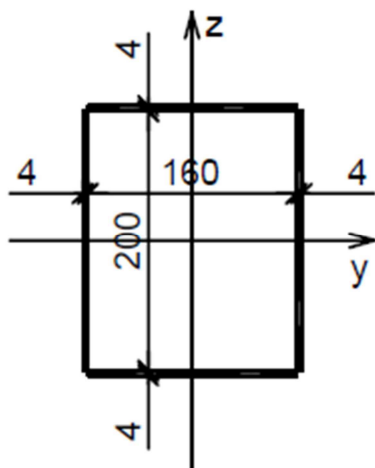
Veškeré svarové plochy jsou ve výpočtech uvažovány jako plochy řezů kolmých k ose posuzovaného prutu.

4.2.2.1 Připojení dolních příčníků k dolním pásům**4.2.2.1.1 Kombinace s největší posouvající silou**

$$V_{Ed} = 58,27 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 23,11 \text{ kN}$$

Účinná plocha svaru:



Účinná výška svaru:

$$a = 4 \text{ mm}$$

Smykovou sílu přenáší pouze svary stojin.

Plocha přenášející smykovou sílu:

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot a = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,004 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Smykové napětí:

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_v} = \frac{58,27 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 36,42 \text{ MPa}$$

Ohybový moment přenáší celý svar.

Moment setrvačnosti svarového obrazce:

$$\begin{aligned} I_y &= 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot a \cdot h_w^3 + 2 \cdot a \cdot h_w \cdot z_1^2 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot b_f \cdot a^3 + 2 \cdot b_f \cdot a \cdot z_2^2 = \\ &= 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,004 \cdot 0,2^3 + 2 \cdot 0,004 \cdot 0,2 \cdot 0^2 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,16 \cdot 0,004^3 + 2 \cdot 0,16 \cdot 0,004 \cdot 0,102^2 = \\ &= 1,865 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Průřezový modul svarového obrazce:

$$W_y = \frac{I_y}{z_2} = \frac{1,865 \cdot 10^{-5}}{0,102} = 1,828 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Napětí od ohybového momentu:

$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{23,11 \cdot 10^3}{1,828 \cdot 10^{-4}} = 126,42 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{126,42 \cdot 10^6}{\sqrt{2}} = 89,39 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{(89,39 \cdot 10^6)^2 + 3 \cdot [(89,39 \cdot 10^6)^2 + (36,42 \cdot 10^6)^2]} \leq \frac{490 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$189,58 \text{ MPa} < 435,36 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm.}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$89,39 \cdot 10^6 \leq \frac{490 \cdot 10^6}{1,25}$$

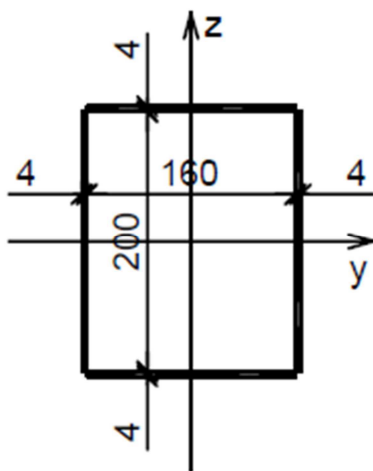
$89,39 \text{ MPa} < 392 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm}.$

4.2.2.1.2 Kombinace s největším ohybovým momentem

$$V_{Ed} = 57,36 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 25,64 \text{ kN}$$

Účinná plocha svaru:



Účinná výška svaru:

$$a = 4 \text{ mm}$$

Smykovou sílu přenáší pouze svary stojin.

Plocha přenášející smykovou sílu:

$$A_v = 2 \cdot h_w \cdot a = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,004 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Smykové napětí:

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_v} = \frac{57,36 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 35,85 \text{ MPa}$$

Ohybový moment přenáší celý svar.

Moment setrvačnosti svarového obrazce:

$$\begin{aligned}
 I_y &= 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot a \cdot h_w^3 + 2 \cdot a \cdot h_w \cdot z_1^2 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot b_f \cdot a^3 + 2 \cdot b_f \cdot a \cdot z_2^2 = \\
 &= 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,004 \cdot 0,2^3 + 2 \cdot 0,004 \cdot 0,2 \cdot 0^2 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,16 \cdot 0,004^3 + 2 \cdot 0,16 \cdot 0,004 \cdot 0,102^2 = \\
 &= 1,865 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

Průřezový modul svarového obrazce:

$$W_y = \frac{I_y}{z_2} = \frac{1,865 \cdot 10^{-5}}{0,102} = 1,828 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Napětí od ohybového momentu:

$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{25,64 \cdot 10^3}{1,828 \cdot 10^{-4}} = 140,26 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = \frac{140,26 \cdot 10^6}{\sqrt{2}} = 99,18 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{(99,18 \cdot 10^6)^2 + 3 \cdot [(99,18 \cdot 10^6)^2 + (35,85 \cdot 10^6)^2]} \leq \frac{490 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1,25}$$

$207,85 \text{ MPa} < 435,36 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm.}$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

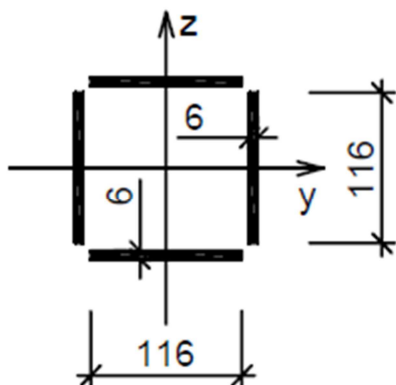
$$207,85 \cdot 10^6 \leq \frac{490 \cdot 10^6}{1,25}$$

$207,85 \text{ MPa} < 392 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm.}$

4.2.2.2 Připojení diagonál k horním a dolním pásům

$$N_{Ed} = 233,15 \text{ kN}$$

Účinná plocha svaru:



Účinná výška svaru:

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{a \cdot 2 \cdot (h_w + b_f)} = \frac{233,15 \cdot 10^3}{0,004 \cdot 2 \cdot (0,116 + 0,116)} = 125,62 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

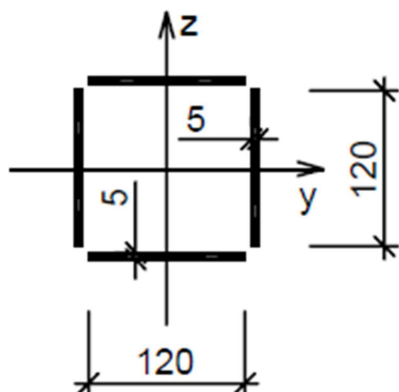
$$\sqrt{3 \cdot [(125,62 \cdot 10^6)^2]} \leq \frac{490 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$217,58 \text{ MPa} < 435,36 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm.}$$

4.2.2.3 Připojení horních příčníků k horním pásům

$$N_{Ed} = 45,66 \text{ kN}$$

Účinná plocha svaru:



Účinná výška svaru:

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{a \cdot 2 \cdot (h_w + b_f)} = \frac{45,66 \cdot 10^3}{0,004 \cdot 2 \cdot (0,12 + 0,112)} = 23,78 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

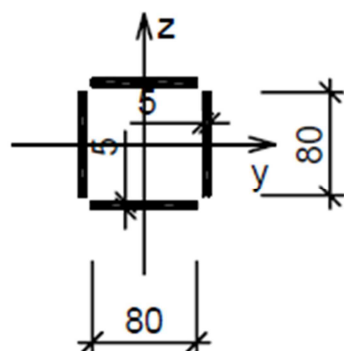
$$\sqrt{3 \cdot [(23,78 \cdot 10^6)^2]} \leq \frac{490 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$41,19 \text{ MPa} < 435,36 \text{ MPa} = > \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm}.$$

4.2.2.4 Připojení prutů ztužidel k dolním a horním pásům

$$N_{Ed} = 69,92 \text{ kN}$$

Účinná plocha svaru:



Účinná výška svaru:

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{a \cdot 2 \cdot (h_w + b_f)} = \frac{69,92 \cdot 10^3}{0,004 \cdot 2 \cdot (0,08 + 0,08)} = 54,63 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{3 \cdot [(54,63 \cdot 10^6)^2]} \leq \frac{490 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1,25}$$

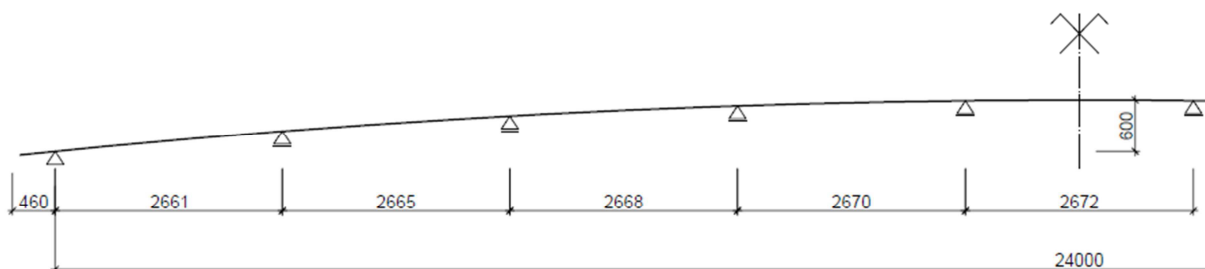
$$94,62 \text{ MPa} < 435,36 \text{ MPa} = > \text{Vyhovuje pro svar } a = 4 \text{ mm}.$$

4.3 Podélníky

4.3.1 Technické řešení

Ocelové podélníky jsou uloženy na ocelové příčnící. Podélníky jsou z profilu IPE 140. Podélníky působí jako spojitý nosník o devíti polích s převýslými konci. Osová délka jednotlivých polí je 2,67 m. Převýslé konce jsou 0,50 m dlouhé. Podélníky jsou ve svislé rovině ve tvaru kruhového oblouku o poloměru 120,30 m. Podélníky jsou vyrobeny z oceli třídy S355.

4.3.2 Geometrie



4.3.3 Materiálové vlastnosti

Objemová tíha:

$$\gamma_m = 78,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^3$$

Mez kluzu:

$$f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$$

Pevnost pevnosti:

$$f_{v,k} = 490 \text{ MPa}$$

4.3.4 Zatížení**4.3.4.1 Stálá zatížení****4.3.4.1.1 Vlastní tíha**

$$g_{1k} = A_p \cdot l_p \cdot \gamma_s = 1,64 \cdot 10^{-3} \cdot 2,67 \cdot 78,5 \cdot 10^3 = 0,34 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.3.4.1.2 Ostatní stálá

$$g_{2k} = z_{\check{s}_v} \cdot h_m \cdot \gamma_m = 1,0 \cdot 0,08 \cdot 8,0 \cdot 10^3 = 0,64 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.3.4.2 Proměnná zatížení**4.3.4.2.1 Chodci**

$$q_{1k} = z_{\check{s}_v} \cdot q_{fk} = 1,0 \cdot 5 = 5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.3.4.2.2 Soustředné zatížení

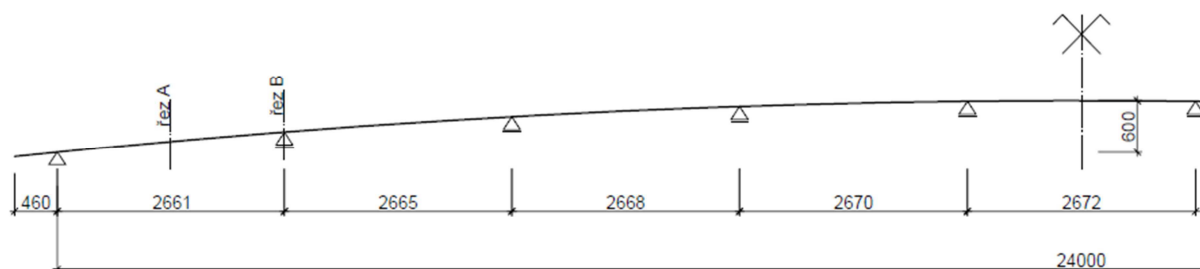
$$Q_{1k} = Q_{f_{wk}} = 2 \text{ kN}$$

4.3.4.2.3 Vítr

$$q_{2k} = z_{\check{s}_v} \cdot F_{w,x} = 1,0 \cdot 1,825 = 1,83 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.3.5 Rozhodující průřezy

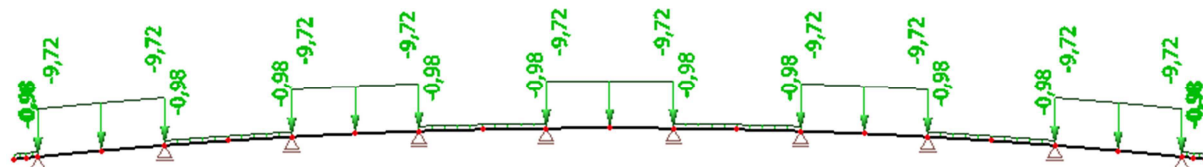
Pro posouzení podélníků jsou rozhodující dva průřezy. První je uprostřed rozpětí krajního pole (řez A) a druhý je nad vnitřní podporou (řez B). Zatížení je umístěno podle průběhu příčinkových čar a je rozlišováno příznivě (index inf) a nepříznivě působící (index sup).



4.3.6 Zatěžovací stavy**4.3.6.1 ZS1 – řez A (vlastní tíha, ostatní stálá, chodci, vítr)**

$$g_{1,sup} = 1,35 \cdot (0,34 + 0,64) + 13,5 \cdot 5 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 1,83 = 9,72 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

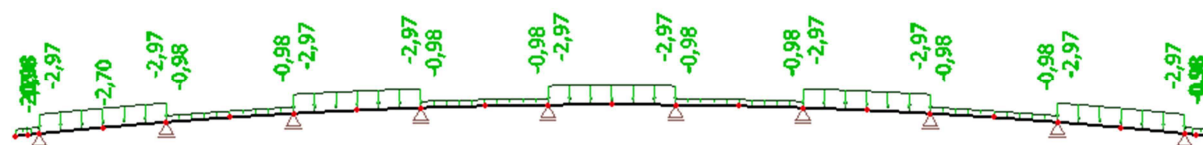
$$g_{1,inf} = 1,0 \cdot (0,34 + 0,64) = 0,98 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**4.3.6.2 ZS2 – řez A (vlastní tíha, ostatní stálá, soustředné, vítr)**

$$g_{2,sup} = 1,35 \cdot (0,34 + 0,64) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 1,83 = 2,97 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

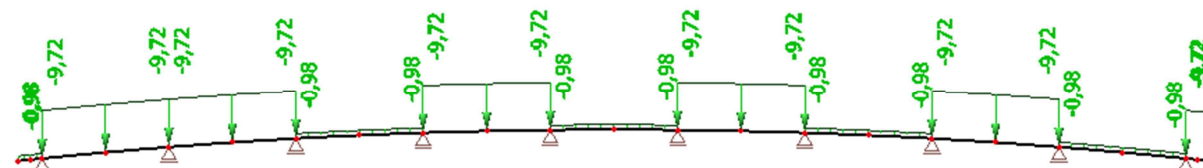
$$Q_{2,sup} = 1,35 \cdot 2 = 2,7 \text{ kN}$$

$$g_{2,inf} = 1,0 \cdot (0,34 + 0,64) = 0,98 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**4.3.6.3 ZS3 – řez B (vlastní tíha, ostatní stálá, chodci, vítr)**

$$g_{3,sup} = 1,35 \cdot (0,34 + 0,64) + 13,5 \cdot 5 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 1,83 = 9,72 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$g_{3,inf} = 1,0 \cdot (0,34 + 0,64) = 0,98 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**4.3.6.4 ZS4 – řez B (vlastní tíha, ostatní stálá, soustředné, vítr)**

$$g_{4,sup} = 1,35 \cdot (0,34 + 0,64) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 1,83 = 2,97 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

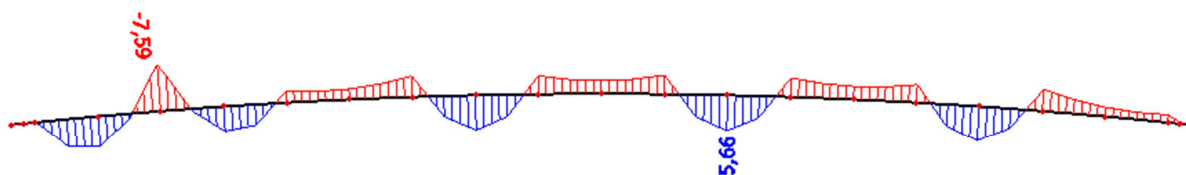
$$Q_{4,sup} = 1,35 \cdot 2 = 2,7 \text{ kN}$$

$$g_{4,inf} = 1,0 \cdot (0,34 + 0,64) = 0,98 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

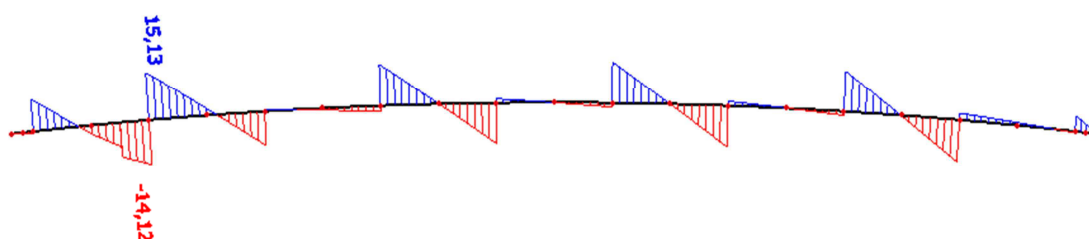


4.3.7 Výsledky vnitřních sil

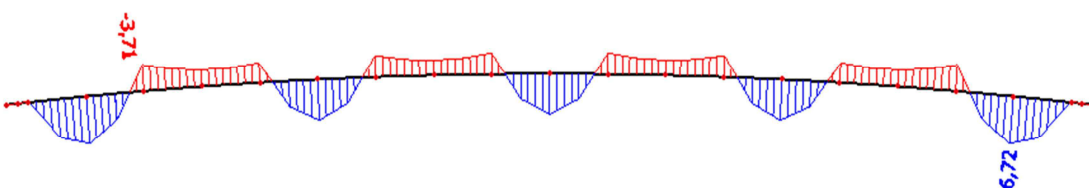
a) Maximální ohybový moment (ZS3)



b) Maximální posouvající síla (ZS3)



c) Maximální ohybový moment – klopení (ZS1)

**4.3.8 Posouzení MSÚ**

$$A = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 5,41 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 4,49 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$i_y = 0,057 \text{ m}$$

$$i_z = 0,017 \text{ m}$$

$$W_{pl,y} = 8,83 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,93 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_t = 2,45 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$I_w = 1,98 \cdot 10^{-9} \text{ m}^6$$

Zatřídění stojiny:

$$\frac{c}{t} = \frac{126}{5} = 25,2 < 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73 \Rightarrow \text{třída 1}$$

Zatřídění pásnice:

$$\frac{c}{t} = \frac{27}{7} = 3,86 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot 0,81 = 7,29 \Rightarrow \text{třída 1}$$

4.3.8.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)

$$M_{Ed} = 7,59 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v ohybu:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{8,83 \cdot 10^{-5} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 31,35 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{7,59 \text{ kN}}{31,35 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,24 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil IPE 140.

4.3.8.2 Posouzení na smyk

$$V_{Ed} = 29,25 \text{ kN}$$

Smyková plocha:

$$A_v = A - 2 \cdot b_f \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f =$$

$$1,64 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 0,073 \cdot 0,007 + (0,005 + 2 \cdot 0,007) \cdot 0,007 = 9,96 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Návrhová únosnost ve smyku:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{9,96 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}}}{1,0} = 204,14 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{29,25 \text{ kN}}{204,14 \text{ kN}} \leq 1,0$$

$0,14 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil IPE 140.

4.3.8.3 Posouzení na klopení

$$M_{Ed} = 6,72 \text{ kNm}$$

Bezrozměrný parametr kroucení:

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 2,67} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1,98 \cdot 10^{-9}}{81 \cdot 10^9 \cdot 2,45 \cdot 10^{-8}}} = 0,539$$

Bezrozměrný parametr působíště zatížení:

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi \cdot 0,07}{1,0 \cdot 2,67} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 4,49 \cdot 10^{-7}}{81 \cdot 10^9 \cdot 2,45 \cdot 10^{-8}}} = 0,568$$

Bezrozměrný parametr nesymetrie:

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} = 0$$

Bezrozměrný kritický moment:

$$C_1 = 1,36$$

$$C_2 = 0,55$$

$$C_3 = 0,41$$

$$\begin{aligned} \mu_{cr} &= \frac{C_1}{k_z} \cdot \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right] = \\ &= \frac{1,36}{1,0} \cdot \left[\sqrt{1 + 0,539^2 + (0,55 \cdot 0,568 - 0,41 \cdot 0)^2} - (0,55 \cdot 0,568 - 0,41 \cdot 0) \right] = 1,178 \end{aligned}$$

Kritický moment:

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} = \\ &= 1,178 \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 4,49 \cdot 10^{-7} \cdot 81 \cdot 10^9 \cdot 2,45 \cdot 10^{-8}}}{2,67} = 18,96 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{8,83 \cdot 10^{-5} \cdot 355 \cdot 10^6}{18,96 \cdot 10^3}} = 1,286$$

Součinitel klopení:

$$\begin{aligned}\phi_{LT} &= 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,286 - 0,2) + 1,286^2] = 1,441\end{aligned}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1,441 + \sqrt{1,441^2 - 1,286^2}} = 0,478$$

Návrhová únosnost:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0,478 \cdot \frac{8,83 \cdot 10^{-5} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 14,98 \text{ kNm}$$

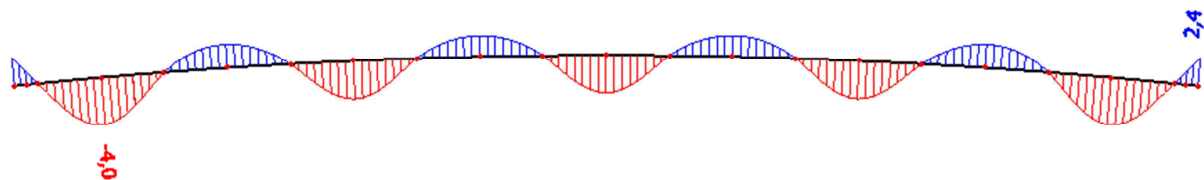
Posouzení:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{6,72 \text{ kNm}}{14,98 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$0,45 < 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje pro profil IPE 140.

4.3.9 Posouzení MSP



$$\delta_y = 4,0 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{2670}{250} = 10,7 \text{ mm}$$

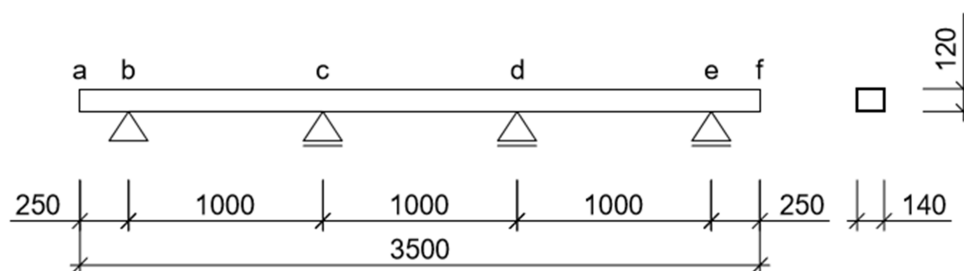
$$\delta_y \leq \delta_{lim}$$

$4,0 \text{ mm} < 10,7 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje.

4.4 Mostina

4.4.1 Technické řešení

Dřevěná mostina je uložena na ocelové podélníky. Působí jako spojitý nosník o třech polích s převislými konci. Všechna tři pole mají rozpětí 1,00 m. Převislé konce jsou 0,25 m dlouhé. Celková délka mostiny je 3,50 m. Mostiny jsou obdélníkového průřezu šířky 0,1 m a výšky 0,08 m. Mostina je vyrobena z rostlého dubového dřeva, pevnostní třídy D50.

4.4.2 Geometrie

Délka mostiny:

$$l_m = 3,50 \text{ m}$$

Šířka mostiny:

$$b_m = 0,1 \text{ m}$$

Výška mostiny:

$$h_m = 0,08 \text{ m}$$

4.4.3 Materiálové vlastnosti

Rostlé dubové dřevo, pevnostní třídy D50.

Objemová tíha:

$$\gamma_m = 8,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^3$$

Pevnost v ohybu:

$$f_{m,k} = 50,0 \text{ MPa}$$

Pevnost ve smyku:

$$f_{v,k} = 4,5 \text{ MPa}$$

4.4.4 Zatížení**4.4.4.1 Stálá zatížení****4.4.4.1.1 Vlastní tíha**

$$g_{1k} = b_m \cdot h_m \cdot \gamma_m = 0,1 \cdot 0,08 \cdot 8 = 0,064 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.4.4.2 Proměnná zatížení**4.4.4.2.1 Chodci**

$$q_{1k} = b_m \cdot q_{fk} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.4.4.2.2 Soustředné

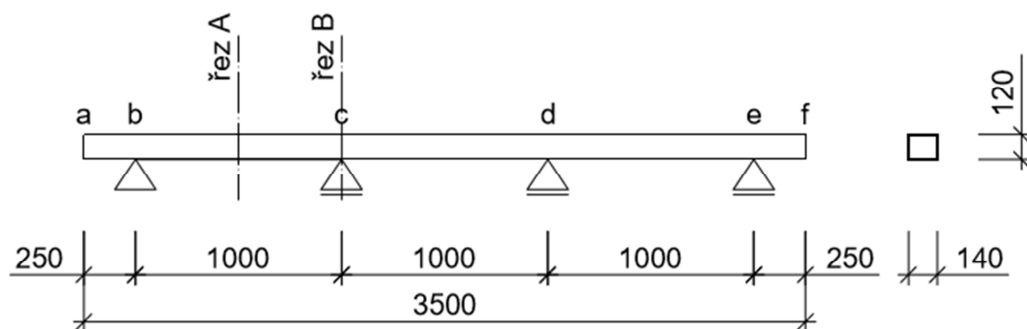
$$Q_{1k} = Q_{f_{wk}} = 2 \text{ kN}$$

4.4.4.2.3 Vítr

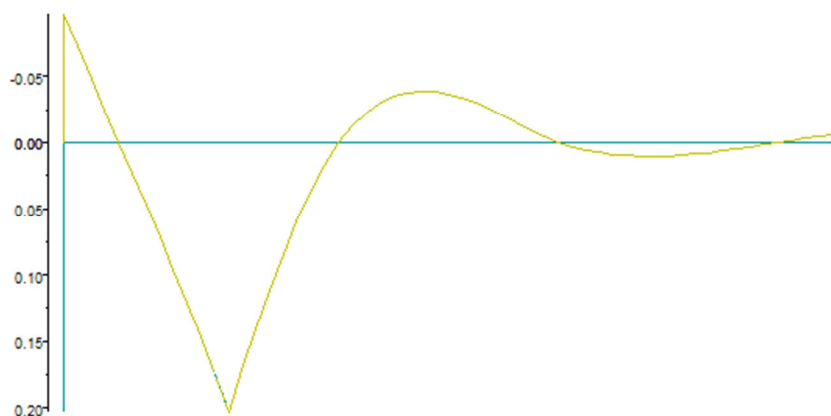
$$q_{2k} = b_m \cdot F_{w,x} = 0,1 \cdot 1,83 = 0,183 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.4.5 Rozhodující průřezy a umístění zatížení

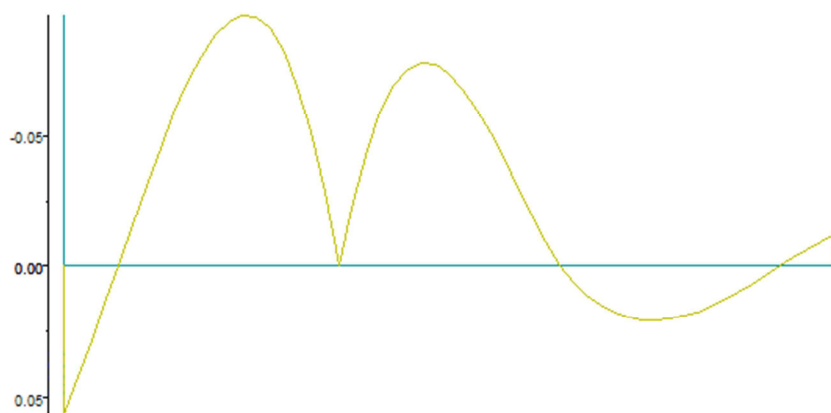
Pro posouzení mosttin jsou rozhodující dva průřezy. První je uprostřed rozpětí krajního pole (řez A) a druhý je nad vnitřní podporou (řez B). Zatížení je umístěno podle průběhu příčinkových čar a je rozlišováno příznivě (index inf) a nepříznivě působící (index sup).



Příčinková čára M_y pro umístění zatížení – řez A:



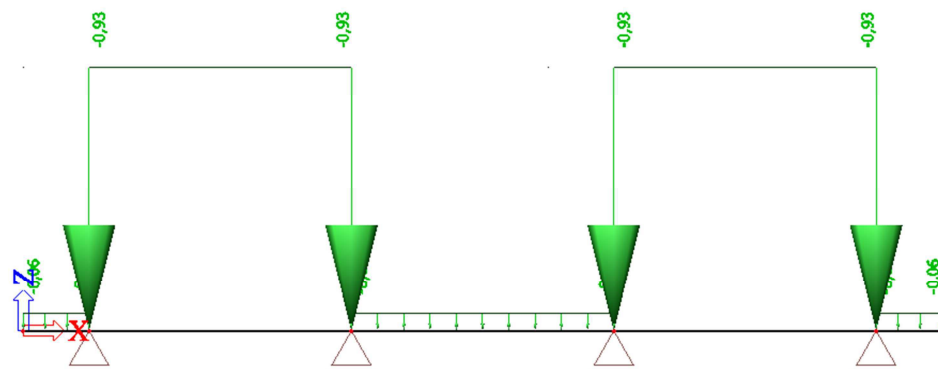
Příčinková čára M_y pro umístění zatížení – řez B:



4.4.6 Zatěžovací stavy**4.4.6.1. ZS1 – řez A (vlastní tíha, chodci, vítr)**

$$g_{1,sup} = 1,35 \cdot 0,064 + 1,35 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,183 = 0,93 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

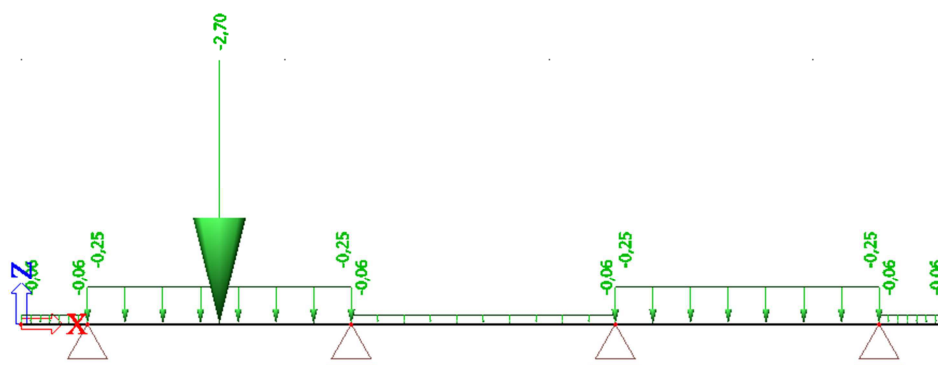
$$g_{1,inf} = 1,0 \cdot 0,064 = 0,06 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**4.4.6.2 ZS2 – řez A (vlastní tíha, soustředné, vítr)**

$$g_{2,sup} = 1,35 \cdot 0,064 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,183 = 0,25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Q_{2,sup} = 1,35 \cdot 2 = 2,7 \text{ kN} \text{ (umístěna doprostřed rozpětí b-c)}$$

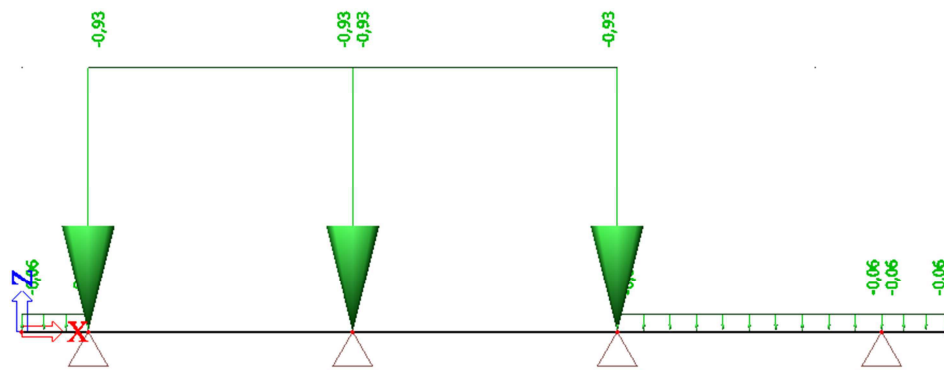
$$g_{2,inf} = 1,0 \cdot 0,064 = 0,06 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$



4.4.6.3. ZS3 – řez B (vlastní tíha, chodci, vítr)

$$g_{3,sup} = 1,35 \cdot 0,064 + 1,35 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,183 = 0,93 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

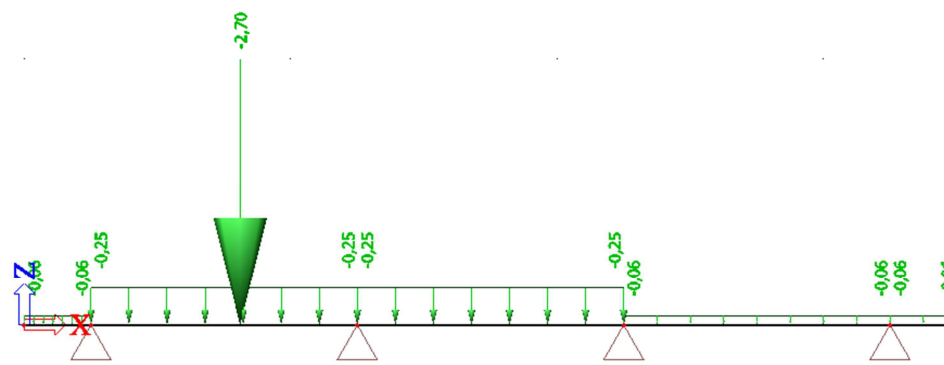
$$g_{3,inf} = 1,0 \cdot 0,064 = 0,06 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

**4.4.6.4 ZS4 – řez B (vlastní tíha, soustředné, vítr)**

$$g_{4,sup} = 1,35 \cdot 0,064 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,183 = 0,25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

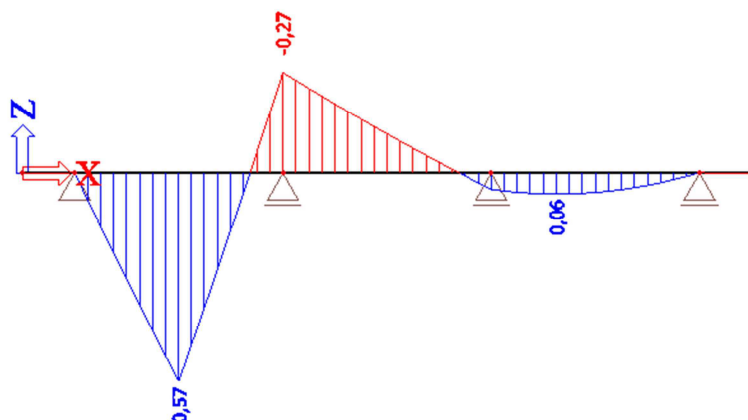
$$Q_{4,sup} = 1,35 \cdot 2 = 2,7 \text{ kN} \text{ (umístěna 0,56 m od podpory b)}$$

$$g_{4,inf} = 1,0 \cdot 0,064 = 0,06 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

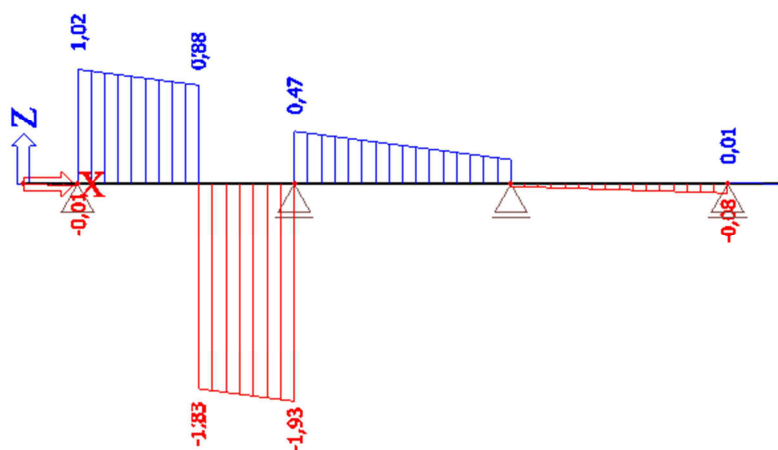


4.4.7 Hodnoty vnitřních sil

a) Maximální ohybový moment (ZS2)



b) Maximální posouvající síla

**4.4.8. Posouzení MSÚ****4.4.8.1 Posouzení na ohyb (kolem osy y)**

$$M_{Ed} = 0,57 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{50}{1,3} = 26,92 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} = 0,7 \quad \text{- platí pro rostlé dřevo}$$

$$\gamma_M = 1,3 \quad \text{- platí pro rostlé dřevo}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot b_m \cdot h_m^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,1 \cdot 0,08^2 = 1,067 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{0,57 \cdot 10^3}{1,067 \cdot 10^{-4}} = 5,34 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{5,34 \text{ MPa}}{26,92 \text{ MPa}} \leq 1,0$$

$0,20 \leq 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje obd. profil 100x80.

4.4.8.2 Posouzení na smyk

$$V_{Ed} = 2,7 \text{ kN}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 2,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{4 \cdot 10^6}{1,3} = 2,15 \text{ MPa}$$

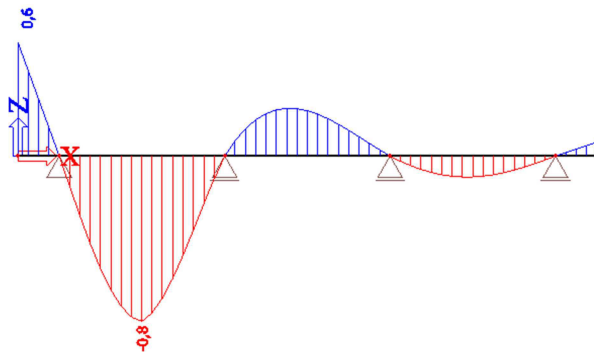
$$k_{cr} = 0,67$$

$$\tau_{v,d} \leq k_{cr} \cdot f_{v,d}$$

$$0,51 \cdot 10^6 \leq 0,67 \cdot 2,15 \cdot 10^6$$

$0,51 \text{ MPa} \leq 1,44 \text{ MPa} \Rightarrow$ Vyhovuje pro obd. profil 100x80.

4.4.9 Posouzení MSP



$$\delta_y = 0,8 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{1000}{250} = 4,0 \text{ mm}$$

$$\delta_y \leq \delta_{lim}$$

$0,8 \text{ mm} < 4,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje.

5. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1990: Eurokód – *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1 – *Zatížení konstrukcí Část 4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2007.
- [5] ČSN EN 1993-1-1: Eurokód 3 – *Navrhování ocelových konstrukcí Část 1 – 1: Obecná pravidla a posouzení pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006.
- [6] ČSN EN 1993-1-8: Eurokód 3 – *Navrhování ocelových konstrukcí Část 1 – 8: Navrhování styčníků*. Praha: ČNI, 2006.
- [7] ČSN EN 1993-2: Eurokód 3 – *Navrhování ocelových konstrukcí Část 2: Ocelové mosty*. Praha: ČNI, 2008.
- [8] KARMAZÍNOVÁ, M.: *Kovové mosty I*, Vyd. 1. Brno: VUT v Brně, 2006.
- [9] ROTTNER, T. STUDNIČKA, J.: *Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty*. Vyd, 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001.